



**Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido**

**RENDIMENTO AGRONÔMICO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE  
TOMATE INDUSTRIAL FERTILIZADO COM DOSES DE NITROGÊNIO,  
FÓSFORO E POTÁSSIO**

**CAIK MARQUES BATISTA**

**2019**

**CAIK MARQUES BATISTA**

**RENDIMENTO AGRONÔMICO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATE INDUSTRIAL FERTILIZADO COM DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

**Orientador**  
**Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo**

**JANAÚBA-MG**  
**2019**

*O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.*

Batista, Caik Marques

B333r

Rendimento agronômico e qualidade pós-colheita de tomate industrial fertilizado com doses de nitrogênio, fósforo e potássio [manuscrito] / Caik Marques Batista. – 2019.

61 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo.

1. Nitrogênio. 2. Plantas efeito do fósforo. 3. Potássio na agricultura. 4. Tomate Indústria. I. Kondo, Marcos Koiti. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 635.642

Catálogo: Joyce Aparecida Rodrigues de Castro Bibliotecária CRB6/2445

**CAIK MARQUES BATISTA**

**RENDIMENTO AGRONÔMICO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATE INDUSTRIAL FERTILIZADO COM DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

**Aprovada em 03 de outubro de 2019.**

---

Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo  
UNIMONTES (Orientador)

---

Prof. Dr. Wagner Ferreira da Mota  
UNIMONTES (Coorientador)

---

Prof. Dr. Samy Pimenta  
UNIMONTES (Conselheiro)

---

Prof. Dr. José Augusto dos Santos Neto  
UNIMONTES (Conselheiro)

---

Prof. Dr. Nelson Licínio Campos de Oliveira  
IFNMG (Conselheiro)

**JANAÚBA-MG  
2019**

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia. Ao meu pai João Batista Neto, à minha mãe Oneide Marques da Silva Batista, ao meu irmão Kaio Henrique Marques Batista e a minha companheira e amiga Isabelle Carolyne Cardoso, por todo incentivo e apoio a mim prestados.*

## AGRADECIMENTOS

À Dissertação ora apresentada, consagra a finalização de um belo ciclo, que me proporcionou formação, conhecimento, crescimento profissional e também pessoal. Durante todo esse tempo na UNIMONTES, foram muitas emoções, amigos, barreiras quebradas, aprendizado e muita fé em Deus que tudo iria dar certo no final. Em decorrência de tudo isso em minha vida, gostaria de prestar meus agradecimentos:

À Deus, que sempre foi meu amparo, por todas as bênçãos concedidas, proteção e conforto nos momentos mais difíceis. *“Tudo é do Pai, toda honra e toda glória, é Dele a vitória alcançada em minha vida”*;

À Universidade Estadual de Montes Claros e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, pelo ensino gratuito e de qualidade e pela formação profissional no curso de Agronomia e Mestrado;

À CAPES e FAPEMIG pelo apoio financeiro;

Ao meu orientador, professor Marcos Koiti Kondo, por ter acreditado e confiado em meu potencial, pela orientação, incentivo e bom ensinamento;

Ao meu coorientador professor Wagner Ferreira da Mota, pelos ensinamentos e apoio durante a minha jornada;

Aos membros da banca, professor José Augusto dos Santos Neto e professor Nelson Licínio Campos de Oliveira, pela disponibilidade em contribuir e alavancar meu conhecimento. Em especial meu grande amigo, professor Samy Pimenta, que não mediu esforços para me ajudar, em todos os momentos. Muito obrigado!

À minha família, meu pai João, minha mãe Oneide, meu irmão Kaio por toda ajuda, presença e amor. E a meus demais familiares, que sempre me apoiaram e me deram alegrias durante minha vida;

À Isabelle, minha companheira e amiga, sempre presente em todos os momentos. Agradeço a Deus por tê-la em minha vida;

Aos amigos que conquistei em Janaúba ao longo destes anos, os amigos da Turma XXX, meus grandes amigos do QG e da MADE IN ROÇA que não mediram esforços em me ajudar no trabalho realizado, além de proporcionar momentos de alegria e descontração;

Ao Grupo Olericultura, que foi essencial para realização do trabalho, destaco em especial aos meus amigos Lucas Ramos Maia e Wevton Feitosa Santos Filho, que não mediram esforços para realização de um bom trabalho;

À BESTPULP por todo o apoio durante o experimento e confiança em nosso trabalho. Ao Engº Agrônomo Ricardo Kakida, e a todos os funcionários da Fazenda Tomateiros, por toda a ajuda e momentos de descontração. Muito obrigado!

Aos funcionários da UNIMONTES, por toda ajuda. Em especial a dona Ana, Joseilton, Juliano, João, Gevaldo e os motoristas Marisson, Warley, Mário Jorge, Werner e Adenilson.

Por fim, a todos aqueles que torceram, acreditaram e incentivaram durante esta jornada. Muito obrigado!

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT.....	ii
INTRODUÇÃO GERAL.....	10
CAPÍTULO I.....	11
RENDIMENTO AGRONÔMICO DO TOMATEIRO INDUSTRIAL FERTILIZADO COM DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO.....	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
MATERIAL E MÉTODOS.....	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
CONCLUSÕES.....	32
REFERÊNCIAS.....	34
CAPÍTULO II.....	39
ALTERAÇÕES NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATEIRO INDUSTRIAL ADUBADO COM DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO.....	39
RESUMO.....	40
ABSTRACT.....	41
INTRODUÇÃO.....	42
MATERIAL E MÉTODOS.....	43
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
CONCLUSÕES.....	54
REFERÊNCIAS.....	56
CONCLUSÕES FINAIS.....	61
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61

## RESUMO GERAL

BATISTA, Caik Marques. **Rendimento agronômico e qualidade pós-colheita de tomate industrial fertilizado com doses de nitrogênio, fósforo e potássio**. 2019. 60 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG<sup>1</sup>.

O tomateiro é uma olerícola produtiva e de elevada exigência nutricional. Nos campos de produção, são observadas doses muito elevadas nas adubações, que se mal balanceadas, podem refletir em perdas tanto na produtividade como na qualidade dos frutos. Este estudo avaliou o rendimento agronômico e a qualidade pós-colheita do tomateiro industrial adubado com doses de N, P e K em área agrícola comercial. O estudo foi conduzido com o híbrido ‘Heinz 1421’, durante os meses de junho a setembro de 2018. Os tratamentos consistiram em quatro doses de N (35, 105, 175 e 245 kg ha<sup>-1</sup> de N), de P (100, 300, 500 e 700 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e de K (37,5, 112,5, 187,5 e 265,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). O delineamento foi em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial 4 x 4 x 4. Os resultados demonstram que a aplicação de elevadas doses de fósforo e potássio, e baixas doses de nitrogênio, propiciaram os melhores resultados produtivos, com 92 frutos por planta, 7,6 kg de frutos por planta, 252 t ha<sup>-1</sup> de produtividade e 40,7 t ha<sup>-1</sup> de polpa concentrada. As doses de N, P e K promovem poucas alterações nas características pós-colheita do tomate industrial, modificando apenas a maturação (85,9% de máxima maturação com 101 kg ha<sup>-1</sup> de N e 265,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), pH dos frutos (4,17 com 35 kg ha<sup>-1</sup> de N e 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e acidez titulável (0,45 meq kg<sup>-1</sup> de ácido cítrico com 245 kg ha<sup>-1</sup> de N). Nas condições deste estudo, a adubação com 35 kg ha<sup>-1</sup> de N, 700 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 187,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O produz os melhores resultados para os componentes de rendimento agronômico do tomateiro ‘Heinz 1421’. E as doses de N, P e K não alteram o teor de sólidos solúveis, a relação entre sólidos solúveis e acidez e a firmeza dos frutos.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*; adubação; rendimento industrial; ‘Heinz 1421’

---

<sup>1</sup>**Comitê de Orientação:** Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo – UNIMONTES (Orientador); Prof. Dr. Wagner Ferreira da Mota – UNIMONTES (Coorientador); Prof. Dr. Samy Pimenta – UNIMONTES (Conselheiro); Prof. Dr. José Augusto dos Santos Neto – UNIMONTES (Conselheiro); Prof. Dr. Nelson Licínio Campos de Oliveira – IFNMG (Conselheiro).

## GENERAL ABSTRACT

BATISTA, Caik Marques. **Agronomic yield and postharvest quality of industrial tomato fertilized with nitrogen, phosphorus and potassium doses**. 2019. 60 p. Dissertation (Master in Crop Production in the Semiarid) - State University of Montes Claros, Janaúba, MG<sup>1</sup>.

The tomato is a productive and high nutritional demand vegetable. In production fields, very high doses are observed in fertilizers, which, if poorly balanced, may reflect losses in both productivity and fruit quality. This study evaluated the agronomic yield and postharvest quality of industrial tomato fertilized with N, P and K rates in a commercial agricultural area. The study was conducted with the hybrid 'Heinz 1421', from June to September 2018. The treatments consisted of four doses of N (35, 105, 175 and 245 kg ha<sup>-1</sup> of N), of P (100, 300, 500 and 700 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and K (37.5, 112.5, 187.5 and 265.5 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O). The experimental design was a randomized complete block design with three replications in a 4 x 4 x 4 factorial scheme. The results show that the application of high doses of phosphorus and potassium and low doses of nitrogen provided the best yield results with 92 fruits per plant, 7.6 kg of fruits per plant, 252 t ha<sup>-1</sup> of yield and 40.7 t ha<sup>-1</sup> of concentrated pulp. The doses of N, P and K promote few changes in the postharvest characteristics of the industrial tomato, modifying only the ripening (85.9% of maximum ripening with 101 kg ha<sup>-1</sup> of N and 265.5 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O), fruit pH (4.17 with 35 kg ha<sup>-1</sup> of N and 100 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and titratable acidity (0.45 meq kg<sup>-1</sup> of citric acid with 245 kg ha<sup>-1</sup> of N). Under the conditions of this study, fertilization with 35 kg ha<sup>-1</sup> of N, 700 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 187.5 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O yielded the best results for the agronomic yield components of tomato Heinz 1421. And the doses of N, P and K do not change the soluble solids content, the relationship between soluble solids and acidity and the firmness of the fruits.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*; fertilizing; industrial income; 'Heinz 1421'

---

<sup>1</sup>**Guidance Committee:** Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo – UNIMONTES (Advisor); Prof. Dr. Wagner Ferreira da Mota – UNIMONTES (Co-advisor); Prof. Dr. Samy Pimenta – UNIMONTES (Counsellor); Prof. Dr. José Augusto dos Santos Neto – UNIMONTES (Counsellor); Prof. Dr. Nelson Licínio Campos de Oliveira – IFNMG (Counsellor).

## INTRODUÇÃO GERAL

O tomate é uma das hortaliças mais importantes do agronegócio. No Brasil, se destaca por promover empregos diretos e indiretos, movimentando a economia do país. E devido a sua elevada qualidade nutricional, sabor e qualidade dos frutos, se torna uma das hortaliças mais consumidas. O tomateiro destinado ao processamento industrial apresenta um diferencial, pois, além de ser produzido em grande escala, movimenta o mercado externo, devido às exportações dos seus subprodutos.

Devido a sua elevada produção, e áreas de cultivo, a produção de tomates requer um grande investimento financeiro relacionado aos custos de produção. E parte considerável desses custos é direcionada ao uso de fertilizantes na cultura. Por ser altamente exigente em nutrição mineral, principalmente dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), comumente são observadas altas adubações nos campos de produção, que se mal planejadas podem acarretar em perdas tanto de produtividade como qualidade dos frutos, além de proporcionar uma agricultura de baixa sustentabilidade.

A adubação é um dos pontos de maior importância para produção e qualidade do tomate industrial, pois quando adequadamente fertilizado responde em produtividade e qualidade dos frutos. No entanto, ainda há carência de informações técnicas, relacionadas à adubação, para híbridos modernos de tomate industrial, que apresentam distintos potenciais produtivos, qualidade pós-colheita e exigências nutricionais.

O tomate 'Heinz 1421' é um exemplo desses novos materiais, com grande potencial produtivo, características de pós-colheita, e resistência às principais doenças que acometem a cultura (*Verticillium dahliae* raça 1, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* raça 3, *Meloidogyne incognita* e *Tomato spotted wilt virus* (TSWV)). No entanto, não há estudos disponíveis na literatura, até o momento, sobre a adubação e nutrição mineral para esse híbrido.

Assim sendo, o ajuste de novas tecnologias de produção, notadamente relacionadas à adubação, pode minimizar os efeitos causados por um inadequado manejo nutricional, uma vez que, esse é decisivo para o sucesso produtivo da lavoura. Dessa forma, o objetivo geral desse estudo foi avaliar o rendimento agrônômico do tomateiro industrial e a qualidade pós-colheita dos frutos em função da adubação com doses de N, P e K em área agrícola comercial.

## **CAPÍTULO I**

### **RENDIMENTO AGRONÔMICO DO TOMATEIRO INDUSTRIAL FERTILIZADO COM DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO (Artigo formatado de acordo com as normas da Revista Ciência e Agrotecnologia)**

## RESUMO

BATISTA, Caik Marques. **Rendimento agronômico do tomateiro industrial fertilizado com doses de nitrogênio, fósforo e potássio.** 2019. Cap. 1. p. 13-37. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG<sup>1</sup>.

O tomateiro industrial, um dos produtos mais importantes do agronegócio, destaca-se entre as culturas anuais por ser a mais fertilizada. Objetivou-se nesse estudo avaliar o rendimento agronômico do tomateiro industrial em função da adubação com doses de nitrogênio, fósforo e potássio. O estudo foi conduzido com o híbrido de tomateiro industrial ‘Heinz 1421’, durante os meses de junho a setembro de 2018. O experimento foi instalado no delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 4 x 4 x 4. Os tratamentos foram constituídos de quatro doses de nitrogênio (35, 105, 175 e 245 kg ha<sup>-1</sup> de N), quatro doses de fósforo (100, 300, 500 e 700 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e quatro doses de potássio (37,5, 112,5, 187,5 e 265,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), baseados no padrão de 140 kg ha<sup>-1</sup> N, 400 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 150 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. Os resultados demonstram que a aplicação de elevadas doses de fósforo e potássio, e baixas doses de nitrogênio, propiciaram os melhores resultados produtivos, com 92 frutos por planta, 7,6 kg de frutos por planta, 252 t ha<sup>-1</sup> de produtividade e 40,7 t ha<sup>-1</sup> de polpa concentrada. Conclui-se que a adubação com 35 kg ha<sup>-1</sup> de N, 700 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 187,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O produz os melhores resultados para os componentes de rendimento agronômico do híbrido de tomate ‘Heinz 1421’.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*, adubação, desempenho agronômico, ‘Heinz 1421’.

---

<sup>1</sup>**Comitê de Orientação:** Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo – UNIMONTES (Orientador); Prof. Dr. Wagner Ferreira da Mota – UNIMONTES (Coorientador); Prof. Dr. Samy Pimenta – UNIMONTES (Conselheiro); Prof. Dr. José Augusto dos Santos Neto – UNIMONTES (Conselheiro); Prof. Dr. Nelson Licínio Campos de Oliveira – IFNMG (Conselheiro).

## ABSTRACT

BATISTA, Caik Marques. **Agronomic yield of industrial tomato fertilized with doses of nitrogen, phosphorus and potassium**. 2019. Ch. 1 p. 13-37 Dissertation (Master in Crop Production in the Semiarid) - State University of Montes Claros, Janaúba, MG<sup>1</sup>.

The industrial tomato, one of the most important products of agribusiness, stands out among the annual crops because it is the most fertilized. The objective of this study was to evaluate the agronomic yield of the industrial tomato as a function of fertilization with nitrogen, phosphorus and potassium doses. The experiment was conducted with the hybrid tomato 'Heinz 1421', from June to September 2018. The experiment was carried out in a randomized complete block design with three replications, in a 4 x 4 x 4 factorial scheme. treatments were composed of four nitrogen doses (35, 105, 175 and 245 kg ha<sup>-1</sup> of N), four doses of phosphorus (100, 300, 500 and 700 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and four doses of potassium (37.5, 112.5, 187.5 and 265.5 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O), based on the standard of 140 kg ha<sup>-1</sup> N, 400 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 150 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O. The results show that the application of high doses of phosphorus and potassium, and low doses of nitrogen, provided the best productive results, with 92 fruits per plant, 7.6 kg of fruits per plant, 252 t ha<sup>-1</sup> of productivity and 40.7 t ha<sup>-1</sup> of concentrated pulp. It is concluded that fertilization with 35 kg ha<sup>-1</sup> of N, 700 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 187.5 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O produces the best results for the agronomic yield components of the 'Heinz 1421' tomato hybrid.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*, fertilization, agronomic performance, 'Heinz 1421'.

---

<sup>1</sup>**Guidance Committee:** Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo – UNIMONTES (Advisor); Prof. Dr. Wagner Ferreira da Mota – UNIMONTES (Co-advisor); Prof. Dr. Samy Pimenta – UNIMONTES (Counsellor); Prof. Dr. José Augusto dos Santos Neto – UNIMONTES (Counsellor); Prof. Dr. Nelson Licínio Campos de Oliveira – IFNMG (Counsellor).

## INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) destinado ao processamento industrial é considerado um dos mais importantes produtos do agronegócio nacional e mundial. O Brasil ocupa a décima posição no *ranking* mundial de produtores de tomate. Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura - FAO, em 2017, a produção brasileira foi de 4,23 milhões de toneladas, em 61.534 hectares cultivados (FAOSTAT, 2019). Dentre os estados brasileiros, o estado de Goiás se destaca como o maior produtor nacional, seguido por São Paulo e Minas Gerais. Juntos, esses estados são responsáveis por mais de 90% da produção nacional (IBGE, 2017).

A adubação é um dos pontos de maior importância para produção e qualidade do tomate industrial. O nitrogênio, fósforo e potássio são os nutrientes que promovem rápido crescimento e desenvolvimento da planta, e quando aplicados em doses adequadas ao solo, propiciam resultados positivos como aumento de produtividade e qualidade dos frutos (Badr; Abou-Hussein; El-Tohamy, 2016).

O tomateiro é uma olerícola de elevada produção e alta responsividade à fertilização, destacando-se entre as anuais como a mais adubada. Javaria et al. (2012) constataram o aumento significativo nas características de rendimento, sobretudo no número de frutos e na produção por planta com a aplicação de até 450 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. E o fósforo, assim como o potássio, se destaca como um dos nutrientes mais aplicados, com doses variando de 538 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Souza et al., 2018) a 600 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Silva; Guedes; Lima, 2012), e segundo esses autores, altas doses de adubação fosfatada são necessárias para a obtenção de altas produtividades no tomateiro.

O nitrogênio é um nutriente muito importante para o tomateiro, sendo o segundo mais absorvido pela planta (Fratoni et al., 2016). No entanto, nos campos de produção, já se

observa para híbridos modernos, pouco estudados até então, uma diminuição do requerimento de N para se alcançar elevadas produtividades, uma vez que, o excesso de nitrogênio predispõe a planta ao maior desenvolvimento vegetativo e emissão de novas brotações, reduzindo a translocação do teor de fotoassimilados para os frutos, necessário para aumento da produção e qualidade (Rashid et al., 2016).

Com crescentes investimentos na cadeia produtiva, novos híbridos de tomate vêm sendo lançados no mercado, com distintos potenciais produtivos, padrões de qualidade e exigências nutricionais (Almanza-Merchán et al., 2016). O tomate 'Heinz 1421' é um exemplo desses novos materiais. Lançado entre 2014 e 2015, de crescimento determinado, é indicado para o cultivo tanto em regiões de clima úmido quanto a regiões com condições áridas. Apresenta resistência as principais doenças e boas características de pós-colheita (Heinzseed, 2019). No entanto, não se tem estudos sobre a adubação e nutrição mineral para esse híbrido.

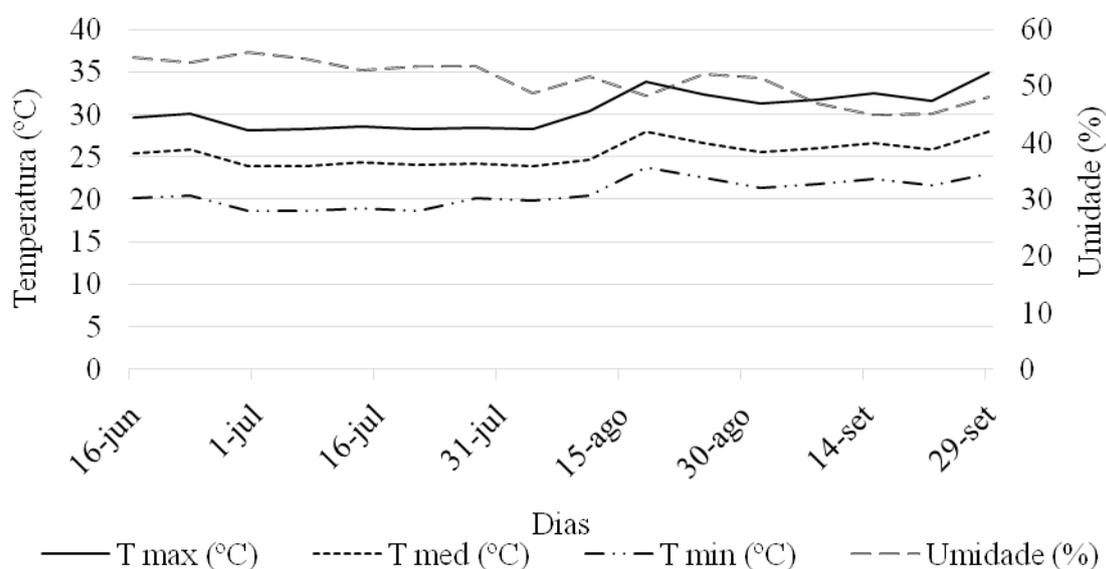
O ajuste de novas tecnologias de produção, notadamente relacionadas à adubação desses materiais, pode minimizar os efeitos causados por um inadequado manejo nutricional, uma vez que, esse é decisivo para o sucesso produtivo da lavoura. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar o rendimento agrônômico do tomateiro industrial em função da adubação com doses de nitrogênio, fósforo e potássio.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi conduzido no ano agrícola de 2018, entre os meses de junho a setembro, na fazenda Tomateiros, pertencente à empresa BESTPULP Brasil Ltda., localizada no Perímetro Irrigado do Jaíba, município de Jaíba, MG, na latitude de 15°12'60" S, longitude 43°47'16" W e altitude de 496 m. O solo da área de cultivo foi classificado como Latossolo

Vermelho Eutrófico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2018) e o clima tipo Aw (tropical com inverno seco), segundo classificação climática de Köppen.

Antes do cultivo, o solo foi amostrado na camada de 0 - 0,20 m de profundidade, para caracterização química, determinando-se os atributos: pH (água): 6,2; M.O: 3,2 dag kg<sup>-1</sup>; P (Mehlich-1): 86 mg dm<sup>-3</sup>; K (Mehlich-1): 121 mg dm<sup>-3</sup>; Na (Mehlich-1): 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca: 10,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 1,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al (KCl): 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al: 2,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB: 12,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; t: 12,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, saturação de base (V%): 86%; B: 1,4 mg dm<sup>-3</sup>; Cu: 1,3 mg dm<sup>-3</sup>; Fe: 15 mg dm<sup>-3</sup>; Mn: 95 mg dm<sup>-3</sup>; Zn: 5,0 mg dm<sup>-3</sup>; P rem: 28 mg L<sup>-1</sup>. As informações de temperatura e umidade relativa do ar durante o cultivo estão na figura 1.



**Figura 1:** Valores máximos, mínimos e médios diários de temperatura e médios de umidade relativa do ar, registrados no período de condução do experimento (junho a setembro de 2018), município de Jaíba-MG (Dados coletados na estação meteorológica da fazenda).

O ensaio foi realizado em área agrícola empresarial, com início de cultivo em 2012, sendo cultivado o tomate destinado à indústria e milho destinado à produção de grãos. Eventualmente, há o pousio de 100 a 120 dias entre o cultivo do milho para o de tomate. A

adubação aplicada ao tomateiro nos últimos anos, seguiu a recomendação de 127 kg ha<sup>-1</sup> de N, 485 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 358,13 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 36 kg ha<sup>-1</sup> de Ca, 39,5 kg ha<sup>-1</sup> de S, 7,5 kg ha<sup>-1</sup> de Mg, 2,7 kg ha<sup>-1</sup> de B, 1,2 kg ha<sup>-1</sup> de Cu, 5,1 kg ha<sup>-1</sup> de Mn e 3,7 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. A adubação para a produção de milho seguiu a recomendação de 166 kg ha<sup>-1</sup> de N, 105 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 93 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 31 kg ha<sup>-1</sup> de S, 2,25 kg ha<sup>-1</sup> de Mg, 2,12 kg ha<sup>-1</sup> de B, 6,5 kg ha<sup>-1</sup> de Mn e 2,5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn. As adubações para essas produções comerciais são realizadas via solo, em pré-plantio incorporado, via fertirrigação e alguns nutrientes via foliar.

Para realização do ensaio, o solo foi preparado com subsolagem e descompactação das leivas até 0,60 m com o implemento da Greensystem , seguido de duas gradagens, uma média e outra leve, e nivelamento com o rolo compactador.

Preliminarmente foi realizado um estudo com o híbrido Heinz 9553 (dados não publicados) em parceria com a empresa, e foi obtida a dose de 140 kg ha<sup>-1</sup> N, 400 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 150 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (padrão – 100%). A partir dessa dose foram realizados os fracionamentos a serem testadas no presente estudo, sendo esses 25, 75, 125 e 175% de cada nutriente para as definições dos tratamentos.

Os tratamentos foram caracterizados por quatro doses de nitrogênio (35, 105, 175 e 245 kg ha<sup>-1</sup> de N), quatro doses de fósforo (100, 300, 500 e 700 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e quatro doses de potássio (37,5, 112,5, 187,5 e 265,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial 4 x 4 x 4. As unidades experimentais foram constituídas de três linhas duplas de plantas, com três metros de comprimento, no espaçamento de 1,26 m entre cada fileira dupla, 0,50 m entre as linhas de cada fileira, adotando-se a densidade populacional de 33.000 plantas por hectare. A área útil foi constituída da fileira dupla central, sendo avaliadas quatro plantas. As linhas das extremidades foram consideradas as bordaduras, e entre uma parcela e outra houve um espaçamento de um metro.

Para a adubação foram utilizadas como fonte de fósforo, nitrogênio e potássio, os fertilizantes Yorin Master S1 (16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 16% Ca + 6,5% Mg + 6% S + 0,1% B + 0,05% Cu + 0,3% Mn + 0,55% Zn + 9% Si), sulfato de amônio e sulfato de potássio, sendo corrigidos os demais nutrientes presentes nos fertilizantes para todas as parcelas, de modo a isolar apenas os fatores a serem estudados. O manejo da adubação consistiu em uma adubação de plantio, com 50% da dose empregada por tratamento, e duas adubações de cobertura, aos 30 e 60 dias após o transplante, aplicando-se 25% da adubação preconizada em cada cobertura.

Para atender as demandas nutricionais da cultura, foram aplicados via fertirrigação e adubação foliar, de forma homogênea para todos os tratamentos, ácido bórico, sulfato de magnésio, sulfato de zinco, sulfato de manganês, molibdato de sódio, e ferro, cobre e zinco quelatizados.

O estudo foi conduzido com o híbrido de tomateiro industrial 'Heinz 1421'. As mudas foram produzidas na sede da empresa BESTPULP, no município de Janaúba, em bandejas de polietileno de 400 células, com substrato a base de turfa de coco, conduzidas em estufa. Após atingirem o padrão (quatro a seis folhas definitivas) as mudas foram encaminhadas à fazenda e transplantadas no dia 16 de junho de 2018, uma semana após a adubação de base, realizada para cada tratamento.

A área experimental, localizada ao centro da área comercial, foi mantida livre de plantas daninhas, pragas e doenças, conforme recomendações técnicas para a cultura, e adotando o manejo integrado realizado pela fazenda. A irrigação foi realizada via aspersão, por meio de pivô central, adotando um turno de rega diário, segundo manejo de irrigação adotado pela fazenda.

Ao final do ciclo, 102 dias após o transplante, foram colhidas as plantas da parcela útil e avaliadas as características que compõem o rendimento agrônomo da cultura: número

de cachos por planta (NCP); número de frutos por cacho (NFC) e por planta (NFP); produção por planta (PDP), pesando-se os frutos de cada planta; produtividade (PT), com o peso de frutos por hectare; e o rendimento industrial de polpa (RIP), definido por:

$$\text{RIP (t ha}^{-1} \text{ de polpa)} = \frac{(\text{PT (t ha}^{-1}) \times 0,95) \times \text{SS dos frutos}}{28}$$

Em que, RIP é o rendimento industrial de polpa concentrada a 28 °Brix e PT (tha<sup>-1</sup>) é a produtividade de frutos maduros (Giordano; Silva; Barbosa, 2000).

O teor de sólidos solúveis (SS) dos frutos foi determinado em laboratório, com auxílio do refratômetro, realizado com a alocação de três gotas do extrato do fruto, e em seguida, realizada a leitura, com os resultados expressos em °Brix.

Os dados obtidos foram submetidos às pressuposições de aderência à normalidade, independência e homocedasticidade dos resíduos e, após atendidos os pressupostos, continuou-se as demais análises. As variáveis foram submetidas à regressão múltipla, para ajustes de modelos de regressão que expressassem o fator biológico em questão e que fossem significativos (p<0,05). Para ajuste do modelo, foi utilizado o método de “Stepwise Backward” e predefinida a significância de permanência dos coeficientes regressores em 95% de significância (p<0,05) pelo teste t de *Student*.

Em seguida, realizou-se o estudo multivariado por meio da análise de trilha considerando como variável dependente o rendimento industrial de polpa. A análise foi realizada em diagrama de cadeia única. Para esta análise foi realizado o teste de Multicolinearidade entre variáveis. Para isso, foi utilizado como método de diagnóstico, o número de condição (NC) que considera a multicolinearidade fraca quando NC < 100, moderada a severa quando 100 ≤ NC ≤ 1.000 e severa quando NC > 1.000 (Montgomery; Peck, 1982). Também se considerou os fatores de inflação da variância (VIF) que ao

apresentarem valores superior a 10 ( $VIF > 10$ ), indicam influência indevida da multicolinearidade nos resultados (Kutner, et al., 2005). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos softwares Genes (Cruz, 2016) e R Versão 3.5.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio nas variáveis agronômicas avaliadas, exceto para o número de cachos por planta. Os modelos ajustados foram, em sua maioria, polinomiais quadráticos, com alto grau de significância. Além disso, permitem explicar o fator biológico que a adubação exerce sobre a produção vegetal. No entanto, percebem-se valores relativamente baixos dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), relacionados e explicados devido à “natureza” das variáveis, às interações envolvendo os nutrientes e a necessidade de um modelo biologicamente ajustado.

O valor estimado do  $R^2$  é dependente do número de informações  $n$ , tendendo a diminuir quando esse é elevado. Além disso, em modelos de regressão múltipla, o valor de  $R^2$  tende a diminuir quando há a retirada de coeficientes não significativos do modelo de regressão (Byron *et al.*, 2017). Segundo Lúcio et al. (2016), algumas variáveis produtivas do tomateiro, como número de frutos e cachos, possuem uma maior variação, com diminuição das estimativas do  $R^2$ , aumento do erro padrão do ajuste e maiores valores dos resíduos do modelo, que dificulta em partes, a escolha de um modelo. Tais informações foram observadas no presente estudo, no entanto, mesmo com o  $R^2$  baixo, a significância do modelo ( $p < 0,05$ ) e a explicação biológica são fortes subsídios para ajuste dos mesmos, sendo os principais pontos a serem observados (Regazzi; Silva, 2015).

Analisando os efeitos da adubação no tomateiro ‘Heinz 1421’, pôde-se observar uma indiferença quanto ao número de cachos por planta em função dos níveis de adubação

empregados, apresentando a média de 21,8 cachos. Essa característica não é muito afetada pela adubação, sendo associada possivelmente a um efeito genético para manifestação desse caráter na planta. Esse comportamento também foi observado por Blanco e Folegatti (2008) que não observaram influência da adubação com N e  $K_2O$  no número de cachos produzidos pelo tomateiro, evidenciando o maior efeito da característica genética, em contraste com a mudança dos fatores externos.

Entretanto, as distintas combinações dos nutrientes aplicados na cultura influenciaram nas demais respostas produtivas desse híbrido. Para o número de frutos por cachos, os melhores resultados estão associados com as menores doses de nitrogênio,  $35 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, entre  $500$  e  $700 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$  e nas maiores doses de potássio,  $262,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $K_2O$ , atingindo valores médios de 6,3 frutos por cacho (Tabela 1).

**Tabela 1.** Equações de regressão para número de frutos por cacho – (NFC) e frutos por planta – (NFP) de tomateiro industrial em função da adubação com nitrogênio (35, 105, 175 e 245 kg ha<sup>-1</sup> de N), fósforo (100, 300, 500 e 700 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (37,5, 112,5, 187,5 e 262,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). UNIMONTES, Janaúba – MG. 2019.

Variável	Interação	Equação	R <sup>2</sup>	P <sub>valor</sub>	Doses			Y <sub>máx</sub> <sup>(1)</sup>
					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
	N 35 – P x K	$\hat{y} = 2,4504 + 0,00005635 * K^2$	0,13	0,0401	35	ns	262,5	6,3
	N 105 – P x K	$\hat{y} = 4,2868 - 0,003452^{**} P - 0,009344^{**} K + 0,00002003^{**} PK$	0,32	0,0007	105	100	37,5	3,7
	N 175 – P x K	$\hat{y} = 2,6207 + 0,000001405 * P^2 - 0,000006016^{**} PK$	0,17	0,0152	175	700	37,5	3,1
	N 245 – P x K	$\hat{y} = 2,9244 - 0,000003222 * PK$	0,12	0,0176	245	100	37,5	2,9
	K 112,5 – P x N	$\hat{y} = 2,3779 + 0,0009163^{**} P$	0,17	0,0031	ns	700	112,5	3,0
<b>NFC</b>	K 187,5 – P x N	$\hat{y} = 2,6159 + 0,000007647^{**} P^2 - 0,000007404^{**} NP$	0,27	0,0033	35	700	187,5	6,2
	K 262,5 – P x N	$\hat{y} = 2,6963 - 0,000005884^{**} NP$	0,20	0,0069	35	100	262,5	2,7
	P 100 – N x K	$\hat{y} = 2,448 + 0,000007982^{**} K^2$	0,17	0,0041	ns	100	262,5	3,0
	P 300 – N x K	$\hat{y} = 2,1733 + 0,005083 * K$	0,20	0,0189	ns	300	262,5	3,5
	P 500 – N x K	$\hat{y} = 2,7115 + 0,00005335 * K^2 - 0,00001425 * NK$	0,20	0,0211	35	500	262,5	6,3
	P 700 – N x K	$\hat{y} = 2,2517 + 0,00001299 * N^2 + 0,009088 * K - 0,00002659 * K^2 - 0,00002361 * NK$	0,33	0,0016	245	700	60	3,13
<b>NFP</b>	N 175 – P x K	$\hat{y} = 46,0625 + 0,00004340^{**} P^2$	0,44	0,0001	175	700	ns	67,3
	N 245 – P x K	$\hat{y} = 0,5629^{**} P - 0,001372 * P^2$	0,40	0,002	245	205,	ns	57,3

K 112,5 – P x N	$\hat{y} = 29,2247 + 0,8998^{**} N - 0,007939^{*} N^2 - 0,0001168^{*} P^2$	1 0,7 0	1 0,000 1	5 56	1 100	112, 5	53,6
K 187,5 – P x N	$\hat{y} = 44,2359 + 0,06865^{**} P$	0,1 7	0,016 9	ns	700	187, 5	92,3
K 262,5 – P x N	$\hat{y} = 10,0091 + 0,4746^{**} P - 0,001181^{*} P^2$	0,2 7	0,002 5	ns	200, 9	262, 5	57,7
P 100 – N x K	$\hat{y} = -8,3665 + 0,0004734^{**} N^2 + 1,2634^{**} K - 0,007393^{**} K^2 - 0,0007249^{**} NK$	0,4 5	0,000 1	24 5	100	76,5	59,9
P 300 – N x K	$\hat{y} = 50,4009 - 0,002373^{**} N^2 + 0,0941^{**} K$	0,6 9	0,000 1	35	300	262, 5	72,2

\*\* , \* : Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t de *Student*; ns: As doses do nutriente (25 a 175% da dose padrão) não influenciam estatisticamente nos resultados. <sup>(1)</sup> Y máx – Maior número de frutos.

Em relação ao número de frutos por planta, a mais elevada produção ocorreu na combinação de 700 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, entre 187,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, e menores doses de nitrogênio, resultando em mais de 92 frutos de tomate por planta (Tabela 1). Ao se aplicar altas doses de nitrogênio, independente dos níveis de fósforo e potássio, há uma notável queda na quantidade de frutos nas plantas. Essa redução pode atingir 30%, ou mais, dependendo das doses dos demais nutrientes aplicados.

A quantidade de frutos do tomateiro é considerada uma importante variável para a cadeia agroindustrial e essencial para aumento de produtividade. No presente estudo, a quantidade de frutos no híbrido de tomateiro ‘Heinz 1421’ é afetada negativamente com o aumento nas doses de nitrogênio. Tais resultados corroboram com Kumar et al. (2013) e San-Martín-Hernández et al. (2016) que observaram, efeitos negativos no desempenho agrônômico do tomateiro relacionados com o aumento da adubação nitrogenada.

O excesso de nitrogênio predispõe a planta ao maior desenvolvimento vegetativo e emissão de novas brotações, que concorre diretamente com os frutos pelos fotoassimilados, alterando a dinâmica fonte-dreno natural da planta (Rashid et al., 2016).

O fósforo atua diretamente na fotossíntese, armazenamento e transferência de energia, e sua correção no solo melhora o desenvolvimento radicular, contribuindo para a absorção de nutrientes, como o nitrogênio e potássio (Ewulo; Sanni; Adesina, 2015). Souza et al. (2018), estudando o efeito da adubação fosfatada na produção de tomate tipo cereja, observaram o aumento na quantidade de frutos por planta com o incremento das doses, sendo que a aplicação de 538 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionou o maior número de frutos produzidos. Segundo Marouelli et al. (2015), o aporte de fósforo em doses adequadas ao solo, além de aumentar a quantidade de frutos no tomateiro, contribui para o crescimento e massa dos mesmos, aumentando a produtividade da cultura.

O potássio, nutriente mais extraído pelo tomateiro, influencia diretamente na sua produção e qualidade (Fratoni et al., 2016). Segundo Zörb; Senbayram e Peiter (2014) o suprimento adequado de K à planta propicia melhor regulação estomática e aumento da atividade enzimática, contribuindo substancialmente para o aumento na taxa fotossintética e translocação de solutos, resultando em maior produção de frutos na planta. Avaliando o efeito da adubação potássica no tomateiro, em solo com teores muito baixos de K, Javaria et al. (2012) constataram o aumento significativo das características de rendimento em resposta a aplicação de potássio, observando os melhores resultados com a adubação de 450 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, sobretudo no número de frutos por planta, o que evidencia a resposta dessa olerícola à aplicação desse nutriente.

As maiores produções por planta e produtividades, acima de 7,0 kg e 200 t ha<sup>-1</sup> de frutos, respectivamente, foram obtidas nas combinações com as menores doses de nitrogênio e maiores doses de fósforo e potássio. Nota-se também uma diminuição drástica nas estimativas dessas características quando se diminui as doses de nitrogênio e fósforo, mesmo mantendo as doses mais elevadas de potássio, expressando a importância da nutrição fosfatada no aspecto produtivo desse genótipo (Tabela 2).

Devido ao fato da maioria dos cultivares e híbridos de tomateiro para processamento serem responsivos a fertilização nitrogenada, principalmente os mais antigos, os produtores e profissionais da tomaticultura, se vêem motivados a aumentarem a dose de nitrogênio visando a máxima produtividade. No entanto, estudos já evidenciaram que o incremento da adubação nitrogenada a partir do ponto de máxima eficiência produtiva do tomateiro pode acarretar em queda de produtividade e prejuízos econômicos ao produtor (Elia; Conversa, 2012). O que torna indubitável ensaios, de preferência “*in loco*”, para a identificação da dose ideal desse adubo, principalmente em condições de manutenção de manejos e cultivares específicos. Assim como, a relação desse nutriente com outros de importância para a cultura do tomateiro.

**Tabela 2.** Equações de regressão para produção por planta (kg) e produtividade (t ha<sup>-1</sup>) de tomateiro industrial em função da adubação com nitrogênio (35, 105, 175 e 245 kg ha<sup>-1</sup> de N), fósforo (100, 300, 500 e 700 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (37,5, 112,5, 187,5 e 262,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

UNIMONTES, Janaúba - MG. 2019.

Variável	Interação	Equação	R <sup>2</sup>	P <sub>valor</sub>	Doses			Y <sub>máx</sub> ( <sub>1</sub> )
					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
	N 35 - P x K	$\hat{y} = 1,5198 + 0,004498* P - 0,000005057* P^2 + 0,00006812 K^2$	0,46	0,0001	35	444	262,5	7,2
	N 105 - P x K	$\hat{y} = 0,4618 + 0,004895* P - 0,000005359* P^2 + 0,05059** K - 0,0003954* K^2$	0,46	0,0001	105	456	61,5	3,2
	N 175 - P x K	$\hat{y} = 2,262 + 0,0000026*** P^2 + 0,00004498* K^2$	0,46	0,0001	175	700	262,5	6,3
	N 245 - P x K	$\hat{y} = - 0,01024 + 0,002646** P + 0,06739** K - 0,0004054* K^2 - 0,00001107* PK$	0,39	0,0007	245	700	73,5	4,0
	K 37,5 - P x N	$\hat{y} = 2,1671 + 0,00001333** NP$	0,58	0,0001	245	700	37,5	4,5
<b>PDP</b>	K 112,5 - P x N	$\hat{y} = 0,6348 + 0,03814** N - 0,0003164** N^2 + 0,01096* P - 0,00003155** P^2$	0,65	0,0001	60,2	172	112,5	2,7
	K 187,5 - P x N	$\hat{y} = 3,7197 - 0,01668** N - 0,00006403** N^2 + 0,000009344** P^2$	0,47	0,0001	35	700	187,5	7,6
	K 262,5 - P x N	$\hat{y} = 2,4701 - 0,00007961** N^2 + 0,006529** P - 0,000006234* P^2$	0,40	0,0002	35	524	262,5	4,1
	P 100 - N x K	$\hat{y} = 1,4513 + 0,021** K - 0,00006341** K^2$	0,37	0,0001	ns	100	165,6	3,2
	P 300 - N x K	$\hat{y} = 3,1446 - 0,0001228** N^2 + 0,003862** K$	0,46	0,0001	35	300	262,5	4,0
	P 500 - N x K	$\hat{y} = 2,8581 + 0,00001293** K^2$	0,19	0,0021	ns	500	262,5	3,8
<b>PT</b>	N 35 - P x K	$\hat{y} = 50,0679 + 0,1482* P - 0,0001665* P^2 + 0,002248** K^2$	0,46	0,0001	35	444	262,5	237,9
	N 105 - P x K	$\hat{y} = 15,2361 + 0,1615** P - 0,0001768** P^2 + 1,6685** K - 0,01304** K^2$	0,46	0,0001	105	456	64,5	105,5

N 175 – P x K	$\hat{y} = 74,5954 + 0,00008578^{**} P^2 + 0,001482^{*} K^2$	0,4 6	1 1	5 5	700	262, 5	218,7
N 245 – P x K	$\hat{y} = - 0,4834 + 0,0875^{**} P + 2,2254^{**} K - 0,01338^{*} K^2 - 0,0003663^{*} PK$	0,3 9	0,000 7	24 5	700	73,5	133,2
K 37,5 – P x N	$\hat{y} = 71,4338 + 0,0004403^{**} NP$	0,5 9	0,000 1	24 5	700	37,5	146,9
K 112,5 – P x N	$\hat{y} = 20,8542 + 1,2608^{**} N - 0,0105^{**} N^2 + 0,3608^{*} P - 0,001039^{*} P^2$	0,6 5	0,000 1	60, 2	172	112, 5	90,0
K 187,5 – P x N	$\hat{y} = 122,684 - 0,5501^{**} N - 0,002112^{**} N^2 + 0,0003084^{**} P^2$	0,4 7	0,000 1	35	700	187, 5	252,0
K 262,5 – P x N	$\hat{y} = 81,5493 - 0,002623^{**} N^2 + 0,2151^{**} P - 0,0002052^{*} P^2$	0,4 0	0,000 2	35	524	262, 5	134,7
P 100 – N x K	$\hat{y} = 47,8761 + 0,6911^{**} K - 0,002088^{**} K^2$	0,3 7	0,000 1	ns	100	165, 5	105,1
P 300 – N x K	$\hat{y} = 103,7142 - 0,004052^{**} N^2 + 0,1275^{**} K$	0,4 6	0,000 1	35	300	262, 5	132,2
P 500 – N x K	$\hat{y} = 94,2469 + 0,0004275^{**} K^2$	0,1 9	0,002 0	ns	500	262, 5	123,7

\*\* , \* : Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t de *Student*; ns: As doses do nutriente (25 a 175% da dose padrão) não influenciam estatisticamente nos resultados. <sup>(1)</sup> Y máx – Maior produção por planta e produtividade.

Para o híbrido ‘Heinz 1421’, constata-se resultado incomum, considerando algumas publicações disponíveis para a cultura. Nesse ensaio a sua máxima produtividade foi observada apenas com o aporte de 35 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicados ao solo (Tabela 2). Essa dosagem está muito abaixo das referenciadas na literatura, exemplos no Brasil de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N no estado de São Paulo (Trani; Raij, 1997) e 140 kg ha<sup>-1</sup> de N para o híbrido ‘Heinz 9553’, no estado de Minas Gerais (Carvalho et al., 2003). Além de outros países como no Canadá, 322 kg ha<sup>-1</sup> N para o híbrido ‘Heinz 9478’ (Zhang et al., 2010) e 140 kg ha<sup>-1</sup> N no tomate para processamento (Belfry et al., 2017).

O tomateiro proporciona diferentes respostas à fertilização nitrogenada, e essas são atribuídas ao genótipo, às condições de cultivo e ao manejo (Hartz; Bottoms, 2009). Ademais, há uma enorme gama de novos híbridos de tomateiro introduzidos no mercado, com distintos potenciais produtivos, padrões de qualidade e exigências nutricionais, que ainda são desconhecidos por carência de estudos sobre os mesmos (Almanza-Merchán et al., 2016). Esse fato, sob o ponto de vista da agricultura moderna, aponta uma nova perspectiva à cadeia agroindustrial do tomate, direcionando a importância da recomendação da adubação de acordo com o material genético, otimizando os resultados agronômicos, econômicos e a prática de uma agricultura sustentável.

O fato desse híbrido ter respondido com elevada produção, mesmo com baixa adubação nitrogenada, pode estar relacionado também ao N presente na matéria orgânica do solo, nos restos culturais do milho, ou no residual das adubações anteriores, que somado ao nitrogênio aplicado via adubação química nesse ciclo produtivo, torna-se suficiente para o requerimento nutricional desse genótipo. Segundo Maia et al. (2013), a presença de matéria orgânica no solo, melhora suas características físico-químicas, entre elas a presença de N-orgânico, contribuindo para o melhor desempenho do tomateiro, que responde com maior acúmulo de biomassa e, conseqüentemente, em produtividade.

Embora a demanda de N para a produtividade do tomateiro foi baixa, a resposta ao K e P se deu a elevados doses de adubação, que são observados em outros estudos. Segundo Silva; Guedes e Lima (2012), no Cerrado brasileiro, a recomendação de fósforo e potássio é de 600 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 250 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, quantidades essas que se aproximam das que foram observadas nas maiores produtividades neste trabalho, demonstrando que as doses estão dentro do que é recomendado pela cultura.

A razão pelo aumento de produtividade do tomateiro, aos elevados teores de potássio, está associada à sua elevada demanda e funções na planta. Qihou et al. (2012) evidenciaram incremento no rendimento agrônômico em quase 40%, com a adubação potássica em relação ao tratamento sem adubação, evidenciando a importância do potássio, não somente na qualidade dos frutos, mas na produção da planta e regulação na absorção de N. Dessa forma, o manejo adequado da nutrição com potássio, além de aumentar a eficiência fotossintética, evita o excesso de crescimento vegetativo e regula a relação fonte-dreno da planta (Coskun; Brito; Kronzucker, 2017; Yang et al., 2015).

Quando cultivado em solos pobres em potássio, mas com a adequada adubação desse elemento, o tomateiro industrial alcança incrementos superiores a 200% na produtividade (Javaria et al., 2012). No entanto, mesmo em solos com os teores de K elevados, como o solo deste estudo, é necessário aplicar altas doses desse nutriente para se atingir produtividades elevadas, como observado também por Ehsan et al. (2010) em condições de solos similares.

Assim como observados em outros trabalhos, altas doses de adubação fosfatada são necessárias para a obtenção de altas produtividades no tomateiro (Silva; Guedes; Lima, 2012; Souza et al., 2018; Zhang et al., 2010). As fontes solúveis propiciam altos teores iniciais de P na solução do solo, adequados ao crescimento radicular, que aceleram o crescimento do tomateiro, permitindo a expressão do seu máximo potencial produtivo (SARI et al., 2019). Entretanto a disponibilidade desse nutriente diminui ao longo do ciclo produtivo, devido as

perdas do P no solo por meio das reações de precipitação e adsorção dos íons fosfato, principalmente em solos com elevado teor de argila de alta atividade, e com intensivo uso de maquinários (Oliveira et al., 2000), como é o caso do solo do estudo. Nesse sentido, a adubação fosfatada de olerícolas exigentes em adubação, é fortemente influenciada pela capacidade de adsorção de P no solo, que exige uma grande adubação a base desse nutriente, para que mesmo com o efeito da adsorção do fosfato, ainda permaneça uma considerável quantidade de P prontamente disponível as plantas na solução do solo (Rehim et al., 2012; Shedeed; Zaghloul; Yassen, 2009; Zhang et al., 2010).

Os melhores resultados no rendimento industrial de polpa foram observados com as menores doses de nitrogênio e maiores doses de potássio, assim como nas demais variáveis que compõem o rendimento agrônômico do tomateiro. No entanto, difere do que já foi visto, em que a maior dose de fósforo não promove o máximo rendimento industrial de polpa, sendo esse valor máximo, 40,7 t ha<sup>-1</sup> de polpa, observado quando aplicado a dose de 428 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo (tabela 3).

O teor de sólidos solúveis, no presente estudo foi observado na faixa de 4 a 6 °Brix, comumente verificado nas regiões de cultivo (Soares; Rangel, 2012). No entanto, é do interesse das agroindústrias de atomatados, teores mais elevados de sólidos solúveis, uma vez que o aumento de 1 °Brix, nos frutos de tomate, proporcionam o incremento de 20% no rendimento industrial de polpa (Asri; Demirtas; Ari, 2015; Soares; Rangel, 2012).

O rendimento industrial de polpa é influenciado pelo manejo nutricional e exige uma adequação minuciosa e equilibrada dos nutrientes aplicados ao solo, principalmente na relação fósforo: nitrogênio: potássio, que garantam elevada produtividade com ótima qualidade dos frutos (Hawkesford et al., 2012).

**Tabela 3.** Equações de regressão para rendimento industrial de polpa ( $t\ ha^{-1}$ ) – (RIP) de tomateiro industrial em função da adubação com nitrogênio (35, 105, 175 e 245  $kg\ ha^{-1}$  de N), fósforo (100, 300, 500 e 700  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ ) e potássio (37,5, 112,5, 187,5 e 262,5  $kg\ ha^{-1}$  de  $K_2O$ ).

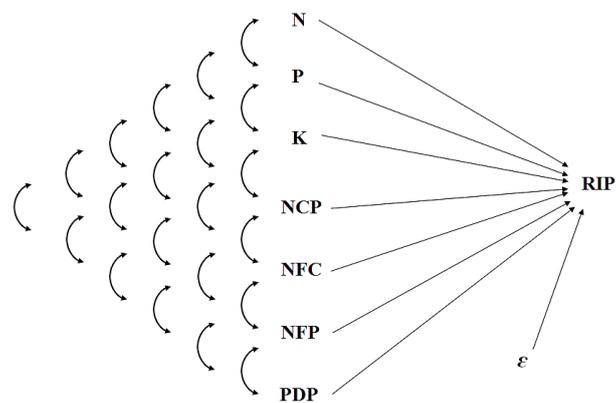
UNIMONTES, Janaúba – MG. 2019.

Variável	Interação	Equação	R <sup>2</sup>	P <sub>valor</sub>	Doses			Y <sub>máx</sub> ( <sub>1</sub> )
					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
RIP	N 35 – P x K	$\hat{y} = 8,1732 + 0,02464^{**} P - 0,00002869^{*} P^2 + 0,0003953^{**} K^2$	0,4 9	0,000 1	35	428	262, 5	40,7
	N 105 – P x K	$\hat{y} = 6,6659 + 0,005199^{*} P + 0,2181^{*} K - 0,001716^{*} K^2$	0,2 9	0,004 3	10 5	700	63	17,2
	N 175 – P x K	$\hat{y} = 14,213 + 0,00006989^{**} PK$	0,4 0	0,000 1	17 5	700	262, 5	27,1
	N 245 – P x K	$\hat{y} = 12,396 + 0,1195^{**} K - 0,0003659^{**} K^2$	0,2 1	0,004 4	24 5	ns	163, 3	22,2
	K 37,5 – P x N	$\hat{y} = 11,4781 + 0,00005957^{**} NP$	0,4 8	0,000 1	24 5	700	37,5	21,7
	K 112,5 – P x N	$\hat{y} = 8,03787 + 0,2024^{*} N - 0,001659^{*} N^2$	0,5 2	0,000 1	61	ns	112, 5	14,2
	K 187,5 – P x N	$\hat{y} = 20,2599 - 0,1124^{**} N + 0,0004394^{**} N^2 + 0,01451^{*} P$	0,4 0	0,000 1	24 5	700	187, 5	29,2
	K 262,5 – P x N	$\hat{y} = 12,2062 - 0,0004175^{*} N^2 + 0,04098^{**} P - 0,00004015^{**} P^2$	0,4 0	0,000 2	35	512	262, 5	22,2
	P 100 – N x K	$\hat{y} = 6,4409 + 0,0951^{**} K - 0,0001228^{*} NK$	0,5 3	0,000 1	35	100	262, 5	30,3
	P 300 – N x K	$\hat{y} = 18,4716 - 0,0006888^{**} N^2 + 0,00005377^{*} K^2$	0,4 1	0,000 1	35	300	262, 5	21,3
	P 500 – N x K	$\hat{y} = 13,9946 + 0,00008367^{**} K^2$	0,3 0	0,000 3	ns	500	262, 5	19,8
	P 700 – N x K	$\hat{y} = -0,2423 + 0,0005834^{**} N^2 - 0,4102^{**} K - 0,003005^{**} K^2 - 0,0002758^{**} NK$	0,6 6	0,000 1	24 5	700	37,5	12,6

**\*\***, **\***: Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t de *Student*; ns: As doses do nutriente (25 a 175% da dose padrão) não influenciam estatisticamente nos resultados. <sup>(1)</sup> Y máx – Maior rendimento industrial de polpa.

Possivelmente o aporte elevado de fósforo influenciou a aquisição e absorção dos nutrientes pela planta, afetando o teor de sólidos solúveis dos frutos. Como observado nos atributos químicos desse solo, há indícios de desequilíbrio nutricional, devido ao longo histórico de adubações elevadas. Embora não havendo diferença estatística nos valores de sólidos solúveis observados, a amplitude entre 4 e 6 °Brix pode acarretar uma discrepância em torno de 40% no rendimento industrial de polpa, que explica a variação ocorrida no rendimento industrial de polpa (Asri; Demirtas; Ari, 2015).

A partir da análise de multicolinearidade, foi necessário retirar a variável produtividade para a análise de trilha, devido ao não atendimento das pressuposições da multicolinearidade ( $NC > 1000$ ;  $FIV > 10$ ). Considerando assim as demais características, foi possível observar a independência das variáveis explicativas no rendimento industrial de polpa, devido ao atendimento dos pressupostos nessa nova análise, conforme demonstrado no diagrama de cadeia única (figura 2).



**Figura 2:** Diagrama causal de única cadeia, com os efeitos diretos das variáveis explicativas e da variável residual (Resíduo) sobre o rendimento industrial de polpa de tomateiro industrial e as inter-relações entre as variáveis explicativas na análise de trilha.

A característica produção por planta explica a maior parte da variação encontrada no rendimento industrial de polpa. Observa-se que a produção por planta está relacionada, em maior proporção, pelas variáveis número de cachos e de frutos por planta, e em menor pelas variáveis N, P e K, objeto principal desse estudo (Tabela 4).

**Tabela 4.** Estimativa dos efeitos diretos e indiretos dos caracteres Nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup>) - (N), Fósforo (kg ha<sup>-1</sup>) - (P), Potássio (kg ha<sup>-1</sup>) - (K), Número de cachos por planta - (NCP), frutos por cacho - (NFC), frutos por planta - (NFP), produção por planta (kg) - (PDP), rendimento industrial de polpa (t ha<sup>-1</sup>) - (RIP) tomate industrial. UNIMONTES, Janaúba - MG, 2019.

Efeitos	Caracteres Explicativos						
	N	P	K	NCP	NFC	NFP	PDP
Direto sobre RIP	0,043	0,021	-0,005	-0,012	-0,008	-0,012	0,981
Indireto via N	-	0	0	0,013	-0,003	0,007	0,009
Indireto via P	0	-	0	0,004	-0,001	0,006	0,006
Indireto via K	0	0	-	-0,001	0,001	-0,001	-0,001
Indireto via NCP	-0,004	-0,002	-0,001	-	0,004	-0,005	-0,006
Indireto via NFC	0,001	0,0001	0,0001	0,003	-	-0,002	-0,002
Indireto via NFP	-0,002	-0,003	-0,002	-0,005	-0,003	-	-0,010
Indireto via PDP	0,214	0,295	0,258	0,465	0,197	0,799	-
Correlação total (r)	0,252	0,310*	0,251*	0,467**	0,187	0,791**	0,978**
Coeficiente de determinação					0,96		
Efeito da variável residual					0,202		

\*\* , \* : Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t.

Valor de k utilizado na análise igual a 0.

Torna-se evidente, que fatores associados à produção, mais precisamente as características genéticas que elevam a produção são mais próximas a explicarem determinado efeito. Porém, o conhecimento das relações externas, ou consideradas ambientais, como a relação com níveis distintos de nutrientes têm sua importância. Principalmente, quando se pode alterar o desempenho esperado de uma determinada variável na modificação de um ou mais fatores externos. Ressalta-se o elevado coeficiente de determinação e baixo efeito residual nessa análise de trilha que, segundo Salla et al. (2015), tais parâmetros possibilitam validar as associações apresentadas.

Segundo Echer; Dominato; Creste (2011), a necessidade e proporcionalidade dos nutrientes absorvidos são funções de características intrínsecas da planta, e o manejo nutricional, bem como outros fatores externos condicionam em parte a manifestação do potencial produtivo do vegetal.

Como observado, a adubação com N, P e K promove aumento do rendimento agrônomico do tomateiro, tais como aumento no número de frutos, produção por planta, produtividade da cultura e o rendimento de polpa. Sendo assim, aliado aos demais fatores de produção, o manejo adequado da nutrição dessa olerícola é muito importante para o bom desempenho nas características agrônomicas do tomateiro, que influenciarão direta ou indiretamente no rendimento na indústria, objetivo principal da cadeia de produção.

Embora seja importante a análise das características com efeito direto de alta magnitude, o conhecimento dos efeitos indiretos sobre a variável dependente é crucial para a avaliação do desempenho do genótipo de tomateiro em meio ao sistema produtivo (Sobreira et al., 2009). Dessa forma, o aumento no rendimento industrial de polpa será alcançado, se por meio da adequada adubação com N, P e K, aumentar as estimativas das variáveis agrônomicas, evidenciando a importância do manejo nutricional como fator externo na produção do tomateiro.

## CONCLUSÕES

Nas condições desse estudo, a adubação com 35 kg ha<sup>-1</sup> de N, 700 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 187,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O promove os melhores resultados para os componentes de rendimento agrônomico do híbrido de tomate industrial ‘Heinz 1421’. No entanto, o máximo rendimento industrial de polpa, com valores médios de 40,7 t ha<sup>-1</sup>, foi obtido com a dose de 35 kg ha<sup>-1</sup> de N, 428 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 262,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

## **AGRADECIMENTOS**

À Empresa BESTPULP Brasil Ltda. e a toda sua equipe de funcionários, em especial ao Engenheiro Agrônomo Ricardo Kakida, ao Grupo Olericultura e a todos os amigos envolvidos, por todo o empenho na realização desse estudo, estendemos nossos sinceros agradecimentos.

Esse estudo foi realizado via o projeto (FAPEMIG – CAG / APQ-01888-14) “Desenvolvimento de tecnologia de produção e qualidade de novo híbrido de tomate para processamento industrial em função do manejo nutricional, irrigação e densidade populacional no Norte de Minas Gerais” – Universidade Estadual de Montes Claros.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- AKHTAR, M. E. et al. Effect of potash application on yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.). **Pakistan Journal of Botany**, 42(3):1695-1702, 2010. Available in: <<https://pdfs.semanticscholar.org/2ed3/536fe0bd4f50fd7d51de51c07ff9ea194eaa.pdf>>. Access in: September, 18, 2019.
- ALMANZA-MERCHÁN, P. J. et al. Fruit growth characterization of the tomato (*Solanum lycopersicum* L.) hybrid 'Ichiban' grown under cover. **Agronomía Colombiana**, 34(2):155-162, 2016. Available in: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0120-99652016000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-99652016000200004&lng=en&nrm=iso)>. Access in: September, 18, 2019.
- ASRI, F. O; DEMIRTAS, E. I; ARI, N. Changes in fruit yield, quality and nutrient concentrations in response to soil humic acid applications in processing tomato. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, 21(3):585-591, 2015. Available in: <<https://www.researchgate.net/publication/282930265>>. Access in: September, 18, 2019.
- BADR, M. A; ABOU-HUSSEIN, S. D; EL-TOHAMY, W. A. Tomato yield, nitrogen uptake and water use efficiency as affected by planting geometry and level of nitrogen in an arid region. **Agricultural Water Management**, 169(C):90-97, 2016. Available in: <<https://ideas.repec.org/a/eee/agiwat/v169y2016icp90-97.html>> Access in: September, 18, 2019.
- BELFRY, K. D. et al. Winter cover crops on processing tomato yield, quality, pest pressure, nitrogen availability, and profit margins. **PLoS ONE**, 12(7):1-17, 2017. Available in: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180500>>. Access in: September, 18, 2019.
- BLANCO, F. F; FOLEGATTI, M. V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 12(2):122-127, 2008. Available in: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662008000200003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662008000200003&script=sci_abstract&tlng=pt)> Access in: September, 18, 2019.
- BYRON, C. J. et al. An  $R^2$  statistic for fixed effects in the generalized linear mixed model. **Journal of Applied Statistics**, 44(6):1086-1105, 2017. Available in: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02664763.2016.1193725>> Access in: September, 18, 2019.

CARVALHO, J. O. M. et al. Desempenho de famílias e híbridos comerciais de tomateiro para processamento industrial com irrigação por gotejamento. **Horticultura Brasileira**, 21(3):525-533, 2003. Available in: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362003000300023&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362003000300023&script=sci_abstract&tlng=pt)> Access in: September, 18, 2019.

COSKUN, D.; BRITO, D. T.; KRONZUCKER, H. J. The nitrogen–potassium intersection: membranes, metabolism, and mechanism. **Plant, Cell and Environment**, 40(10):2029-2041, 2017. Available in: [http://www.bio21.unimelb.edu.au/files/Kronzucker\\_Plant\\_Cell\\_Environment\\_2017.pdf](http://www.bio21.unimelb.edu.au/files/Kronzucker_Plant_Cell_Environment_2017.pdf)> Access in: September, 18, 2019.

CRUZ, C. D. Genes Software-extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum Agronomy**, 38(4):547-552, 2016. Available in: <http://www.scielo.br/pdf/asagr/v38n4/1807-8621-asagr-38-04-00547.pdf>>. Access in: September, 18, 2019.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata. **Horticultura Brasileira**, 27:176-182, 2009. Available in: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v27n2/v27n2a10>>. Access in: September, 18, 2019.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, 27 (2): 176-182, 2009. Available in: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v27n2/v27n2a10>>. Access in: September, 18, 2019.

ELIA, A.; CONVERSA, G. Agronomic and physiological responses of a tomato crop to nitrogen input. **European Journal of Agronomy**, 40(2012):64-74, 2012. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030112000226?via%3Dihub>> Access in: September, 18, 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 590 p.

EWULO, B. S; SANNI, K. O; ADESINA, J. M. Response of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) to different levels of nitrogen and phosphorus fertilizer in South Western Nigeria. **International Journal of Applied And Pure Science and Agriculture**, 1(10):13-20, 2015.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT 2017**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Access in: 25 mar. 2019.

FRATONI, M. M. J. et al. Fertirrigação por gotejamento com doses de K na fase reprodutiva do tomateiro tipo italiano. **Horticultura Brasileira**, 34(1):110-113, 2016. Available in: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v34n1/1806-9991-hb-34-01-00110.pdf>> Access in: September, 18, 2019.

HARTZ, T. K.; BOTTOMS, T. G. Nitrogen requirements of drip-irrigated processing tomatoes. **Hortscience**, 44(7):1988-1993, 2009. Available in: <<https://ucanr.edu/sites/nm/files/76750.pdf>> Access in: September, 18, 2019.

HAWKESFORD, M. et al. Functions of macronutrients. In: MARSCHNER, H. (Ed.). **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 2012. p. 135-189.

HEINZ SEED INTERNACIONAL BROCHURE. **Heinz Seed 2019 International Variety Catalog**. Available: <<http://www.heinzseed.com/new/PDF/2019%20Heinz%20seed%20Catalog-Revised.pdf>>. Access in: May, 25, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SIDRA. **Produção Agrícola**. Tabela 5457. 2017. Available: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Access in: March, 25, 2019.

JAVARIA, S. et al. Response of tomato (*Lycopersicon Esculentum* L.) yield and post harvest life to potash levels. **Sarhad Journal of Agriculture**, 28(2): 227-235, 2012. Available in: <<https://pdfs.semanticscholar.org/a50a/65c4aca627369d3a3fbb76e2c9d6b967fb4d.pdf>>. Access in: August, 25, 2019.

KUMAR, M. et al. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the growth, yield and quality of tomato var. Azad T-6. **Asian Journal of Horticulture**, 8(2):616-619, 2013. Available in: <<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20143172857>>. Access in: August, 25, 2019.

KUTNER, M. H. et al. **Applied linear statistical models**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2005. 1396 p.

LÚCIO, A. D. C. et al. Modelos não-lineares para a estimativa da produção de tomate do tipo cereja. **Ciência Rural**, 46(2): 233-241, 2016. Available in: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782015005050067&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782015005050067&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Access in: March, 25, 2019.

MAIA, J. T. L. S. et al. Adubação orgânica em tomateiros do grupo cereja. **Revista Biotemas**, 26(1): 37-44, 2013. Available in:

<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/viewFile/2175-7925.2013v26n1p37/24067>>. Access in: March, 25, 2019.

MARQUELLI, W. A. et al. Frações ótimas da adubação com fósforo no pré-plantio e na fertirrigação por gotejamento de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50(10): 949-957, 2015. Available in: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v50n10/1678-3921-pab-50-10-00949.pdf>>. Access in: March, 25, 2019.

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A. **Introduction to linear regression analysis**. New York: John Wiley e Sons, 1982. 672 p.

OLIVEIRA, C. V. et al. Atributos micromorfológicos de solos do projeto Jaíba, Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24(1):117-128, 2000. Available in: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832000000100014&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832000000100014&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Access in: March, 25, 2019.

QIHO, H. et al. Effects of potash applied at different growth phases on tomato yield and quality in greenhouse. **Acta Horticulturae**, 944: 45-49, 2012. Available in: <[https://www.ishs.org/ishs-article/944\\_5](https://www.ishs.org/ishs-article/944_5)>. Access in: March, 25, 2019.

RASHID, A. et al. Effect of row spacing and nitrogen levels on the growth and yield of tomato under walk-in polythene tunnel condition. **Pure and Applied Biology**, 5(3):426-438, 2016. Available in: <<https://www.researchgate.net/publication/303634276>>. Access in: March, 25, 2019.

REGAZZI, A. J.; SILVA, C. H. O. Testes para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear em dados de experimento com delineamento em blocos casualizados. **Ceres**, 57(3):315-320, 2015. Available in: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2010000300005&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2010000300005&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Access in: March, 25, 2019.

REHIM, A. et al. Band placement of phosphorus improves the phosphorus use efficiency and wheat production under different irrigation regimes. **International Journal of Agricultural & Biology**, 14(5): 727-733, 2012. Available in: <[https://www.researchgate.net/publication/271271319\\_Band\\_Placement\\_of\\_Phosphorus\\_Improves\\_the\\_Phosphorus\\_Use\\_Efficiency\\_and\\_Wheat\\_Productivity\\_under\\_Different\\_Irrigation\\_Regimes](https://www.researchgate.net/publication/271271319_Band_Placement_of_Phosphorus_Improves_the_Phosphorus_Use_Efficiency_and_Wheat_Productivity_under_Different_Irrigation_Regimes)>. Access in: March, 25, 2019.

SALLA, V. P. et al. Análise de trilha em caracteres de frutos de jaboticabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50(3): 218-223, 2015. Available in: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v50n3/0100-204X-pab-50-03-00218.pdf>>. Access in: March, 25, 2019.

SAN-MARTÍN-HERNÁNDEZ, C. et al. Nitrogen and potassium nutrition differentially affect tomato biomass and growth. **Interciência**, 41(1): 60-66, 2016. Available in: <<https://www.redalyc.org/pdf/339/33943362010.pdf>>. Access in: March, 25, 2019.

SARI, B. G. et al. Describing tomato plant production using growth models. **Scientia Horticulturae**, 246: 146-154, 2018. Available in: <<https://www.researchgate.net/publication/328760832>>. Access in: March, 25, 2019.

SHEDEED, S. I.; ZAGHLOUL, S. M.; YASSEN, A. A. Effect of method and rate of fertilizer application under drip irrigation on yield and nutrient uptake by tomato. **Ozean Journal of Applied Sciences**, 2(2): 139-147, 2009. Available in: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423818307477?via%3Dihub>>. Access in: March, 25, 2019.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 167 p.

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, 2012. p.105-127.

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

SOBREIRA, F. M. et al. Path analysis of post harvest in salad tomatoes type. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, 62(1): 4983-4988, 2009. Available in: <<https://www.researchgate.net/publication/257345220>>. Access in: March, 25, 2019.

SOUZA, C. P et al. Produtividade e características organolépticas do tomate cereja com o efeito da adubação fosfatada e potássica. **XII Reunião Sul Brasileira de Ciência do Solo**. Xanxerê, 2018.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. V. Hortaliças. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. 285 p.

YANG, B. M. et al. Dynamic changes of nutrition in litchi foliar and effects of potassium–nitrogen fertilization ratio. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 15(1): 98-110,

2015. Available in: <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-95162015000100009&lng=n&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-95162015000100009&lng=n&nrm=iso)>. Access in: March, 25, 2019.

ZHANG, T. Q. et al. Yield and economic assessments of fertilizer nitrogen and phosphorus for processing tomato with drip fertigation. **Agronomy Journal**, 102(2): 774-780, 2010. Available in: <<https://www.researchgate.net/publication/250104552>>. Access in: March, 25, 2019.

ZÖRB, C.; SENBAYRAM, M.; PEITER, E. Potassium in agriculture: status and perspectives. **Journal of Plant Physiology**, 171(9): 656-669, 2014. Available in: <<https://www.researchgate.net/publication/258059327>>. Access in: March, 25, 2019.



## **CAPÍTULO II**

### **ALTERAÇÕES NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATEIRO INDUSTRIAL ADUBADO COM DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO**

**(Artigo formatado de acordo com as normas da Revista Ciência e Agrotecnologia)**

## RESUMO

BATISTA, Caik Marques. **Alterações na qualidade pós-colheita de tomateiro industrial adubado com doses de nitrogênio, fósforo e potássio**. 2019. Cap. 2. p. 38-59. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG<sup>1</sup>.

O tomateiro industrial é uma olerícola de elevada exigência em adubação. Porém, elevadas adubações, podem refletir em perdas na produtividade e qualidade dos frutos. Este estudo avaliou a qualidade pós-colheita dos frutos do tomateiro industrial adubado com doses de N, P e K em área agrícola comercial. Utilizou-se o tomateiro industrial ‘Heinz 1421’, cultivado em sistema convencional, de junho a setembro de 2018. Os tratamentos consistiram em quatro doses de N (35, 105, 175 e 245 kg ha<sup>-1</sup> de N), de P (100, 300, 500 e 700 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e de K (37,5, 112,5, 187,5 e 265,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). O delineamento foi em blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial 4 x 4 x 4. As doses de N, P e K promovem poucas alterações nas características pós-colheita do tomate industrial, modificando apenas a maturação (85,9% de máxima maturação com 101 kg ha<sup>-1</sup> de N e 265,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), pH dos frutos (4,17, máximo com 35 kg ha<sup>-1</sup> de N e 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e acidez titulável (0,45 meq kg<sup>-1</sup> de ácido cítrico com máxima dose de 245 kg ha<sup>-1</sup> de N). Nas condições deste estudo, as adubações com N, P e K não alteram o teor de sólidos solúveis, a relação entre sólidos solúveis e acidez e a firmeza dos frutos.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*, adubação, agroindústria, sólidos solúveis.

---

<sup>1</sup>**Comitê de Orientação:** Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo – UNIMONTES (Orientador); Prof. Dr. Wagner Ferreira da Mota – UNIMONTES (Coorientador); Prof. Dr. Samy Pimenta – UNIMONTES (Conselheiro); Prof. Dr. José Augusto dos Santos Neto – UNIMONTES (Conselheiro); Prof. Dr. Nelson Licínio Campos de Oliveira – IFNMG (Conselheiro).

## ABSTRACT

BATISTA, Caik Marques. **Agronomic yield of industrial tomato fertilized with doses of nitrogen, phosphorus and potassium**. 2019. Ch. 2 p. 38-59. Dissertation (Master in Crop Production in the Semiarid) - State University of Montes Claros, Janaúba, MG<sup>1</sup>.

The industrial tomato is high demand vegetable fertilization. However, high fertilizers may reflect reduced reproduction and fruit quality. This study evaluated the postharvest quality of industrial tomato fruits with doses of N, P and K in the commercial agricultural area. The industrial tomato 'Heinz 1421', cultivated in conventional system was used from June to September 2018. The procedures consisted of four doses of N (35, 105, 175 and 245 kg ha<sup>-1</sup> of N), of P (100, 300, 500 and 700 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and K (37.5, 112.5, 187.5 and 265.5 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O). A randomized complete block design with three replications in a 4 x 4 x 4 factorial scheme was used. N, P and K rates promoted few changes in the postharvest characteristics of the industrial tomato, modifying only the maturation (85.9 % maximum maturation with 101 kg ha<sup>-1</sup> of N and 265.5 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O), fruit pH (4.17, maximum with 35 kg ha<sup>-1</sup> of N and 100 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and titratable acidity (0.45 meq kg<sup>-1</sup> citric acid with a maximum dose of 245 kg ha<sup>-1</sup> N). Under the conditions of this study, as fertilizers with N, P and K do not change the soluble solids content, a relationship between soluble solids and fruit acidity and firmness.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*, fertilization, agribusiness, soluble solids.

---

<sup>1</sup>**Guidance Committee:** Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo – UNIMONTES (Advisor); Prof. Dr. Wagner Ferreira da Mota – UNIMONTES (Co-advisor); Prof. Dr. Samy Pimenta – UNIMONTES (Counsellor); Prof. Dr. José Augusto dos Santos Neto – UNIMONTES (Counsellor); Prof. Dr. Nelson Licínio Campos de Oliveira – IFNMG (Counsellor).

## INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma das principais hortaliças produzidas e consumidas em todo o mundo, resultado de sua elevada qualidade nutricional, que reflete na qualidade de vida e na saúde humana (Ya-Dan et al., 2017). Além de seus aspectos qualitativos, o tomate possui papel relevante no agronegócio, impulsionando a cadeia agroindustrial e melhorando os aspectos socioeconômicos da atividade (ABCSEM, 2016).

O tomateiro industrial é uma olerícola de elevada demanda nutricional, principalmente do nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), que estão entre os mais demandados pela cultura (Araújo et al., 2018; Fratoni et al., 2016; Popescu; Dinu, 2019). Devido aos avanços na cadeia industrial, muitas empresas são motivadas ao lançamento de novas cultivares, mais produtivas e com elevada qualidade pós-colheita, buscando-se bom rendimento na indústria para a obtenção de subprodutos de alta qualidade (Almanza-Merchán et al., 2016).

Devido à alta responsividade dos tomateiros destinados ao processamento, são observadas adubações elevadas nos campos de produção, gerando desequilíbrio nutricional que pode refletir em perdas na produtividade e qualidade dos frutos de tomate, culminando em uma agricultura de baixa sustentabilidade (Keeler et al., 2016; Moura; Golynski, 2018).

Estudos têm demonstrado que a adubação NPK equilibrada melhora o desempenho da cultura, com maior produtividade e qualidade dos frutos (Belfry et al., 2017; Yang et al., 2015). Entretanto, para os novos híbridos lançados no mercado, existem poucos estudos da sua resposta aos níveis de adubação empregados. Assim,

pesquisas relacionadas à adubação e nutrição desses novos híbridos permitem atualizar as recomendações, para aumento do desempenho da tomaticultura.

O ajuste fitotécnico, principalmente relacionado à adubação, pode minimizar efeitos adversos, aumentar a produção de frutos com elevada qualidade e incrementar a renda e sustentabilidade do tomate industrial. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade pós-colheita dos frutos do tomateiro industrial em função da adubação com doses de N, P e K em área agrícola comercial.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido com o tomateiro industrial ‘Heinz 1421’, cultivado de junho a setembro de 2018, na fazenda Tomateiros, pertencente a empresa BESTPULP Brasil Ltda. A área agrícola se encontra no Perímetro Irrigado do Jaíba, em Jaíba, Minas Gerais, Brasil, coordenadas 15°12’60” S e 43°47’16” W, altitude de 496 m.

O solo da área, Latossolo Vermelho Eutrófico, textura argilosa (EMBRAPA, 2018), foi amostrado preliminarmente na profundidade 0-0,2 m, para caracterização química, determinando-se os atributos: pH (água): 6,2; M.O: 3,2 dag kg<sup>-1</sup>; P (Mehlich-1): 86 mg dm<sup>-3</sup>; K (Mehlich-1): 121 mg dm<sup>-3</sup>; Na (Mehlich-1): 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca: 10,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 1,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al (KCl): 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al: 2,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB: 12,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; t: 12,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, saturação por bases (V%): 86%; B: 1,4 mg dm<sup>-3</sup>; Cu: 1,3 mg dm<sup>-3</sup>; Fe: 15 mg dm<sup>-3</sup>; Mn: 95 mg dm<sup>-3</sup>; Zn: 5,0 mg dm<sup>-3</sup>; P rem: 28 mg L<sup>-1</sup>.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4 x 4 x 4, caracterizados por quatro doses de nitrogênio (35, 105, 175 e 245 kg ha<sup>-1</sup> de N), quatro de fósforo (100, 300, 500 e 700 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e quatro de potássio (37,5, 112,5, 187,5 e 265,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O). Tal

formulação foi baseada na dose de 140 kg ha<sup>-1</sup> N, 400 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 150 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, empregando 25, 75, 125 e 175% da dose de cada nutriente para composição dos tratamentos. As unidades experimentais (parcelas) foram constituídas por três linhas duplas de plantas, com 3 m de comprimento, 1,26 m entre fileiras duplas e 0,50 m entre linhas das fileiras duplas, com 33.000 plantas por hectare. A área útil foi constituída da fileira dupla central, sendo as linhas da extremidade consideradas como bordaduras, mantendo-se 1 m de distância entre parcelas.

Os fertilizantes utilizados para fornecimento de N, P e K foram: o sulfato de amônio; o Yorin Master S1 (16% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 16% Ca + 6,5% Mg + 6% S + 0,1% B + 0,05% Cu + 0,3% Mn + 0,55% Zn + 9% Si) e o sulfato de potássio. A fim de se isolar o efeito desses nutrientes, foi realizado o balanceamento dos demais nutrientes exigidos durante o ciclo da cultura, para todas as parcelas.

A adubação foi realizada em três épocas distintas, uma no pré-plantio incorporado, com 50% da dose empregada por tratamento e, duas adubações, aos 30 e 60 dias após o transplântio, com 25% da adubação preconizada.

A área experimental, localizada no centro da área comercial, foi mantida livre de plantas daninhas, pragas e doenças, conforme recomendações técnicas para a cultura (Clemente; Boiteux, 2012). A irrigação foi realizada via aspersão, por meio de pivô central, diariamente, segundo o manejo de irrigação adotado pela empresa.

Ao final do ciclo, 102 dias após o transplântio, foram colhidas as plantas da parcela útil, determinando-se o percentual de maturação dos frutos (MF) e separando-se 2 kg de frutos de cada unidade experimental para avaliação das características: sólidos solúveis (SS), expresso em °Brix; potencial hidrogeniônico (pH); acidez titulável (AT), expressos em meq kg<sup>-1</sup> de ácido cítrico; relação entre o teor de sólidos solúveis e a

acidez (SS/AT) e a firmeza dos frutos (FIRM), expressa em Newtons (AOAC, 2005).

Foi obtido o rendimento industrial de polpa (RIP), definido por:

$$\text{RIP (t ha}^{-1} \text{ de polpa)} = \frac{(\text{PT (t ha}^{-1}) \times 0,95) \times \text{°SS dos frutos}}{28}$$

Em que, RIP é o rendimento industrial de polpa concentrada a 28 °Brix e PT (t ha<sup>-1</sup>) é a produtividade de frutos maduros (Giordano; Silva; Barbosa, 2000).

Os dados obtidos foram submetidos às pressuposições de aderência à normalidade, independência e homocedasticidade dos resíduos e, após atendidos os pressupostos, as variáveis foram submetidas à regressão múltipla para ajustes de modelos de regressão, que expressassem o fator biológico em questão e que fossem significativos aos efeitos de N, P e K. Para ajuste do modelo, foi utilizado o método “Stepwise Backward” e predefinida a significância de 95% pelo teste t de *Student* para permanência dos coeficientes regressores.

O modelo completo proposto foi definido por:

$$\hat{y} = N + N^2 + N^3 + P + P^2 + P^3 + K + K^2 + K^3 + NP + NK + KP + NPK + \text{bloco} + \varepsilon$$

Em seguida, realizou-se o estudo multivariado, utilizando como pressuposto o teste de multicolinearidade entre variáveis. Considerou como variável dependente o rendimento industrial de polpa. Como método de diagnóstico, utilizou-se o número de condição (NC) que considera a multicolinearidade fraca (NC < 100), moderada a severa (100 ≤ NC ≤ 1.000) e severa (NC > 1.000) (Montgomery; Peck, 1982). Considerou-se também, os fatores de inflação da variância (VIF) que, ao apresentarem valores

superiores a 10 ( $VIF > 10$ ), indicam influência indevida da multicolinearidade nos resultados (Kutner et al., 2005).

Foi proposto um modelo que relaciona a contribuição das variáveis significativas, os efeitos do controle local (bloco) e do resíduo ( $\varepsilon$ ) para compreensão da resposta no rendimento industrial de polpa. Para ajuste do modelo, foi utilizado o método “Stepwise Backward” e predefinida a significância de 95% pelo teste t de *Student* para permanência dos coeficientes regressores. O modelo proposto foi composto por:

$$RIP = MF + SS + pH + AT + SS/AT + FIRM + bloco + \varepsilon$$

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico R Versão 3.5.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A adubação com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) influenciou a maturação (MF), potencial hidrogeniônico (pH) e acidez titulável (AT) nos frutos do tomateiro ‘Heinz 1421’ (Tabela 1). No entanto, não houve interação significativa entre os três nutrientes em nenhuma variável estudada. O teor de sólidos solúveis (SS), a relação entre sólidos solúveis e acidez (SS/AT) e a firmeza dos frutos (FIRM) não foram influenciados pela adubação com N, P e K, obtendo valores médios de 4,86 °Brix, 11,36 e 25,32 Newtons, respectivamente.

**Tabela 1.** Qualidade pós-colheita de frutos de tomate industrial 'Heinz 1421' em função da adubação com doses de N, P e K. UNIMONTES, 2019.

Variável	Equação	R <sup>2</sup>	P <sub>valor</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Y <sub>MÁX</sub>
Sólidos Solúveis	$\hat{y} = 4,86$	-	0,876 3	ns	ns	ns	4,86
Maturação dos Frutos	$\hat{y} = 83,9963 - 0,0001821^{**} N^2 + 0,0001387^{**} NK$	0,12	0,000 1	101	ns	265,5	85,9
Potencial Hidrogeniônico	$\hat{y} = 4,1836 - 0,0002512^{**} N - 0,00004146^{**} P$	0,16	0,000 1	35	100	ns	4,17
Acidez Titulável	$\hat{y} = 0,4016 + 0,0002083^{*} N$	0,15	0,000 1	245	ns	ns	0,45
Sólidos Solúveis / Acidez Titulável	$\hat{y} = 11,36$	-	0,126 5	ns	ns	ns	11,36
Firmeza	$\hat{y} = 25,32$	-	0,573 9	ns	ns	ns	25,32

\*, \*\* - Coeficiente significativo a 5 e 1% pelo teste t de Student. ns - Não houve efeito das doses para a variável analisada.

As combinações de adubação com N e K alteraram a maturação dos frutos (MF) do tomateiro, com máxima maturação de 85,9% com 101 kg ha<sup>-1</sup> de N e 265,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Tabela 1). A adubação nitrogenada é um importante fator na produção do tomate industrial, pois quando aplicadas em baixas doses, há redução na eficiência fotossintética, e em doses excessivas, aumenta de forma exacerbada a parte vegetativa da planta, reduzindo a produção e qualidade dos frutos (Maia et al., 2019). Doses de N acima da máxima resposta promovem o aumento do período de florescimento e ampliam o intervalo entre os primeiros e últimos frutos produzidos (Rashid et al., 2016) e, por consequência, dispersando a MF, devido ao aumento de frutos verdes no momento da colheita do tomateiro (Elia; Conversa, 2012).

O K é um nutriente muito associado à qualidade dos frutos de tomateiro, e o seu fornecimento em doses adequadas, além de melhorar essa qualidade, também aumenta a produtividade da cultura (Cruz et al., 2019; Fratoni et al., 2016). No presente estudo, a maior MF foi observada com as maiores doses de K, assim como observado por Ehsan et al. (2010), que constataram a elevada demanda desse nutriente para a máxima qualidade dos frutos do tomateiro. O manejo adequado da nutrição potássica aumenta a eficiência fotossintética e, por regular a absorção de N na planta, evita o crescimento excessivo da parte aérea. Isto garante boa proporção fonte-dreno na planta, crucial para a qualidade dos frutos, principalmente para a concentração da MF dos frutos do tomateiro (Coskun; Brito; Kronzucker, 2017; Yang *et al.*, 2015).

O P, importante macronutriente para produção de frutos no tomateiro, está associado à quantidade e ao peso dos frutos (Araújo et al., 2018). Consequentemente, plantas bem nutridas em P estarão bem desenvolvidas fisiologicamente, possibilitando qualidade superior aos frutos de tomate (Ewulo; Sanni; Adesina, 2015). No entanto, não há uma ligação específica, ou efeito, entre a adubação fosfatada e a concentração da MF de tomate, como

observado no presente estudo e por Araújo et al. (2018); Blanco e Folegatti (2008) e Marouelli et al. (2015).

O potencial hidrogeniônico dos frutos de tomate foi influenciado pela adubação com N e P. Porém, o máximo pH, de 4,17, observado com a aplicação de 35 kg ha<sup>-1</sup> de N e 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, pouco difere do mínimo de 4,09 com a aplicação de 245 kg ha<sup>-1</sup> de N e 700 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tabela 1). Embora haja uma alteração do pH em virtude da adubação com N e P, nota-se a pequena amplitude desses valores, havendo, portanto, efeito limitado da adubação sobre essa variável.

Na agroindústria de atomatados, é desejável pH inferior a 4,5, pois desfavorece a proliferação de microrganismos no produto final, além de diminuir a duração do processamento térmico para obtenção da polpa e de seus subprodutos seguros (Clemente; Boiteux, 2012). Por outro lado, pH inferiores a quatro, resultam em produto excessivamente ácido (Asri; Demirtas; Ari, 2015). Desse modo, o híbrido Heinz 1421, possui pH dentro dos valores desejados pela indústria, não havendo influência da adubação suficiente para prejudicar o processamento dos frutos.

A adubação potássica não influenciou no pH dos frutos (Tabela 1), assim como observado por Javaria et al. (2012); Kirimi; Itulya; Mwaja (2011) e Liu et al. (2011). Esse resultado pode estar relacionado ao fato de o pH dos frutos ser uma característica de herança simples (herança monogênica) com alta estabilidade genética (Boiteux et al., 2016; Moreno et al., 2002). A pequena amplitude de pH observada no presente estudo, em função da adubação, reflete a baixa influência do ambiente no pH desse híbrido. Do ponto de vista da produção em campos comerciais, que adotam distintas adubações, seja por falta de ajuste técnico, ou carência de informações locais sobre a adubação, essa estabilidade no valor de pH é muito importante, pois garante que mesmo havendo diferença na adubação de um mesmo genótipo, essa não irá afetar a faixa de pH ideal desejável pela indústria. Ademais, na prática, em

campos de produção, a maior variação do pH ocorre mais em função da época de colheita (atraso no ciclo produtivo) do que dos demais fatores externos.

A AT dos frutos de tomate aumentou suavemente com a adubação nitrogenada, com 0,00021 meq kg para cada kg ha<sup>-1</sup> de N. A máxima AT foi de 0,45 meq kg de ácido cítrico com 245 kg ha<sup>-1</sup> de N. Não houve efeito das doses de P e K na AT (Tabela 1).

A acidez indica a quantidade de ácidos nos frutos e a adstringência, sendo um importante atributo que influencia na acentuação de sabor do produto (Moura; Golynski, 2019). Como o tomate industrial é destinado ao processamento, é muito importante e desejável que tenha um sabor agradável e marcante, para que seus subprodutos sejam apreciados e valorizados no mercado. Segundo Boiteux et al. (2016) a AT (pH < 4,3) junto com a acidez total (ácido cítrico > 350mg 100 g<sup>-1</sup> peso fresco) mantidas nesse padrão, são importantes para a qualidade da polpa processada, além de evitar o crescimento de microrganismos patogênicos aos humanos, como *Clostridium pasteurianum* e *C. butyricum*.

O aumento da acidez nos frutos de tomate em função de doses maiores de N está associado à produção de fotoassimilados (Maia et al., 2019). O tomateiro, adequadamente nutrido com N, apresenta equilíbrio entre parte vegetativa e produtiva. Plantas equilibradas e com grande área foliar possuem maior capacidade de prover fotossintatos aos drenos (frutos e folhas novas), aumentando a quantidade de ácidos orgânicos em sua constituição (San-Martín-Hernández et al., 2016).

As variáveis qualitativas MF e SS contribuem no rendimento de polpa do tomate industrial (Tabela 2). As demais variáveis não influenciaram diretamente no rendimento de polpa, embora sejam importantes na avaliação de fatores isolados, como o sabor e a diminuição da proliferação de microrganismos, e características organolépticas dos produtos processados do tomate (De Sio et al., 2019).

**Tabela 2.** Rendimento industrial de polpa em função das variáveis de qualidade pós-colheita de frutos de tomateiro industrial ‘Heinz 1421’ adubado com doses de N, P e K. UNIMONTES, 2019.

Variável	Equação	R <sup>2</sup>	P <sub>valor</sub>	Máximos		
				MF	SS	REND
REND	$\hat{y} = 9,4210 + 0,0937^{**} \text{ MF} + 3,1565^{**} \text{ SS}$	0,14	0,0001	85,9	4,86	20,63

\*, \*\* - Coeficiente significativo a 5 e 1% pelo teste t de Student. MF – Maturação dos frutos (%), SS – Sólidos solúveis (°Brix), REND – Rendimento industrial de polpa (t ha<sup>-1</sup>).

O rendimento industrial de polpa é muito importante na cadeia agroindustrial do tomate, pois relaciona os efeitos de produção e qualidade, que refletem diretamente na rentabilidade da atividade (Moura; Golynski, 2018). Parte dessa qualidade pode ser atribuída ao teor de sólidos solúveis, pois essa variável apresenta grande influência econômica no produto final.

Outro fator de destaque é o aumento da proporção de frutos maduros na colheita, promovendo melhores resultados na indústria. O processo de maturação dos frutos aumenta os teores de açúcares e também melhora o sabor dos mesmos, características observadas e desejadas nos produtos processados (Ya-Dan et al., 2017).

O teor de SS é uma característica muito observada pelos produtores de tomate industrial, sendo sempre desejados frutos com maior concentração de SS (Asri; Demirtas; Ari, 2015). Normalmente, nos campos de produção, os frutos apresentam teores de SS em torno de 4 a 6 °Brix (Clemente; Boiteux, 2012). Segundo Boiteux et al. (2016), os híbridos líderes no mercado brasileiro apresentam SS entre 3,6 e 5,0 °Brix. Essa característica tem uma relação genética de alta estabilidade, embora governada por controle genético de herança complexa (Fridman et. al., 2004; Grandillo; Zamir; Tanksley, 1999). No entanto, com os avanços no melhoramento, poucas alterações nos teores de sólidos solúveis são observadas nos campos de produção (Javaria et al., 2012; Liu et al., 2011), devido, principalmente, ao estreitamento da base genética para tal característica (Stevens, 1986)

O rendimento industrial de polpa pode ser influenciado pelo manejo nutricional, pois uma adubação eficiente garantirá melhores resultados na produtividade, frutos com melhor qualidade, e uma maturação mais concentrada (Kumar et al., 2013). Dessa forma, o manejo nutricional, é essencial para a produtividade da cultura e bons resultados na indústria (Moura; Golynski, 2018).

No presente estudo, houve limitada contribuição da adubação com N, P e K para algumas características pós-colheita do tomateiro híbrido Heinz 1421, cultivado em área agrícola comercial. Sendo ausente o efeito das doses de adubação nos valores de SS, relação SS/AT e FIRM.

Para a tomaticultura moderna, esse fato é desejado entre os produtores, pois ao escolher um genótipo para os campos de produção, tem-se a garantia que o manejo nutricional não afetará a qualidade dos frutos, e apenas maximizará a produtividade da lavoura.

## **CONCLUSÕES**

Nas condições em que este trabalho foi realizado e com base nos resultados obtidos para o híbrido Heinz 1421, conclui-se que:

1. As doses de nitrogênio, fósforo e potássio promovem poucas alterações nas características pós-colheita dos frutos do tomateiro.
2. As adubações com nitrogênio e potássio influenciam a maturação dos frutos, enquanto nitrogênio e fósforo alteram o pH dos frutos e o nitrogênio altera a acidez titulável.
3. As adubações não alteram o teor de sólidos solúveis, a relação entre sólidos solúveis e acidez e a firmeza dos frutos.

4. O rendimento industrial de polpa é influenciado positivamente pela maturação dos frutos e teor de sólidos solúveis.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao Laboratório de Fisiologia Pós-colheita da UNIMONTES, em especial à prof<sup>a</sup> Dra. Gisele Polete Mizobutsi, por ceder o espaço e nos apoiar na condução das avaliações.

Esse estudo foi realizado via o projeto (FAPEMIG – CAG / APQ-01888-14) “Desenvolvimento de tecnologia de produção e qualidade de novo híbrido de tomate para processamento industrial em função do manejo nutricional, irrigação e densidade populacional no Norte de Minas Gerais” – Universidade Estadual de Montes Claros.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

ABCSEM. Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças. **Tomate lidera crescimento e lucratividade no setor de hortaliças**. Campinas: ABCSEM, 2016. Available in: <<http://www.abcsem.com.br/noticia.php?cod=284>>. Access in: August, 7, 2019.

ALMANZA-MERCHÁN, P. J. et al. Fruit growth characterization of the tomato (*Solanum lycopersicum* L.) hybrid 'Ichiban' grown under cover. **Agronomía Colombiana**, 34(2):155-162, 2016. Available in: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0120-99652016000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-99652016000200004&lng=en&nrm=iso)>. Access in: September, 18, 2019.

AOAC. Associação de Químicos Analíticos Oficiais. **Métodos oficiais de análise da Association of Analytical Chemists International**. 18. ed. Gathersburg, MD: USA Métodos Oficiais, 2005.

ARAÚJO, V. R. et al. Eficiência de adubação fosfatada no cultivo do tomateiro. **Irriga**, Botucatu, 1(1): 139-154, 2018. Available in: <<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/3538>>. Access in: September, 18, 2019.

ASRI, F. O; DEMIRTAS, E. I; ARI, N. Changes in fruit yield, quality and nutrient concentrations in response to soil humic acid applications in processing tomato. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, 21(3):585-591, 2015. Available in: <<https://www.researchgate.net/publication/282930265>>. Access in: September, 18, 2019.

BELFRY, K. D. et al. Winter cover crops on processing tomato yield, quality, pest pressure, nitrogen availability, and profit margins. **PLoS ONE**, 12(7):1-17, 2017. Available in: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180500>>. Access in: September, 18, 2019.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 12(2):122-127, 2008. Available in: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662008000200003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662008000200003&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Access in: March, 25, 2019.

BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N.; GONZÁLEZ-ARCOS, M. Melhoramento de tomate para processamento industrial. In: NICK, C.; BORÉM, A. **Melhoramento de Hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 2016. p. 432-464.

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

COSKUN, D.; BRITO, D. T; KRONZUCKER, H. J. The nitrogen–potassium intersection: membranes, metabolism, and mechanism. **Plant, Cell and Environment**, 40(10):2029-2041, 2017. Available in: <[http://www.bio21.unimelb.edu.au/files/Kronzucker\\_Plant\\_Cell\\_Environment\\_2017.pdf](http://www.bio21.unimelb.edu.au/files/Kronzucker_Plant_Cell_Environment_2017.pdf)> Access in: September, 18, 2019.

CRUZ, F. J. R. et al. Potassium Nutrition in Fruits and Vegetables and Food Safety through Hydroponic System. **Improvement of Quality in Fruits and Vegetables Through Hydroponic Nutrient Management**, 23, 2019. Available in: <<https://www.intechopen.com/books/potassium-improvement-of-quality-in-fruits-and-vegetables-through-hydroponic-nutrient-management/potassium-nutrition-in-fruits-and-vegetables-and-food-safety-through-hydroponic-system>>. Access in: August, 25, 2019.

DE SIO, F. et al. Yield, quality, antioxidant, and sensorial properties of diced tomato as affected by genotype and industrial processing in Southern Italy. **Acta Alimentaria**, 48(1): 132-141, 2019. Available in: <<https://www.researchgate.net/publication/330881207>>. Access in: March, 25, 2019.

EHSAN, M. I. et al. Effect of potash application on yield and quality of tomato. **Pakistan Journal of Botany**, 42(3): 1695-1702, 2010. Available in: <<http://www.pakbs.org/pjbot/>>. Access in: March, 25, 2019.

ELIA A.; CONVERSA, G. Agronomic and physiological responses of a tomato crop to nitrogen input. **European Journal of Agronomy**, 40:64-74, 2012. Available in: <<https://www.researchgate.net/publication/228084834>>. Access in: March, 25, 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 590 p.

EWULO, B. S.; SANNI, K. O.; ADESINA, J. M. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) to different levels of nitrogen and phosphorus fertilizer in South Western Nigeria. **International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture**, 1(10): 13-20, 2015. Available in: <<https://www.academia.edu/16906340>>. Access in: March, 25, 2019.

FRATONI, M. M. J. et al. Fertirrigação por gotejamento com doses de K na fase reprodutiva do tomateiro tipo italiano. **Horticultura Brasileira**, 34(1): 110-113, 2016. Available in: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v34n1/1806-9991-hb-34-01-00110.pdf>>. Access in: March, 25, 2019.

FRIDMAN, E. et al. Zooming in on a quantitative trait for tomato yield using interspecific introgressions. **Science**, 305(5691):1786-1789, 2004. Available in: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15375271>>. Access in: August, 25, 2019.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Escolha de cultivares e plantio. In: SILVA, J. B. C. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2000. p. 36-59.

GRANDILLO, S.; ZAMIR, D.; TANKSLEY, S. D. Genetic improvement of processing tomatoes: A 20 years perspective. **Euphytica**, 110(2): 85-97, 1999. Available in: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1003760015485>>. Access in: March, 25, 2019.

JAVARIA, S. et al. Response of tomato (*Lycopersicon Esculentum* L.) yield and post harvest life to potash levels. **Sarhad Journal of Agriculture**, 28 (2): 227-235, 2012. Available in: <<https://pdfs.semanticscholar.org/a50a/65c4aca627369d3a3fbb76e2c9d6b967fb4d.pdf>>. Access in: August, 25, 2019.

KEELER, B. L. et al. The social costs of nitrogen. **Science Advances**, 2(10):1-9, 2016. Available in: <<https://advances.sciencemag.org/content/2/10/e1600219>>. Access in: March, 25, 2019.

KIRIMI, J. K.; ITULYA, F. M.; MWAJA, V. N. Effects of nitrogen and spacing on fruit yield of tomato. **African Journal of Horticultural Science**, 5(1): 50-60, 2011. Available in: <<http://hakenya.net/ajhs/index.php/ajhs/article/view/74>>. Access in: March, 25, 2019.

KUMAR, M. et al. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the growth, yield and quality of tomato var. Azad T-6. **The Asian Journal of Horticulture**, 8(2): 616-619, 2013. Available in: <[http://www.researchjournal.co.in/upload/assignments/8\\_616-619-33.pdf](http://www.researchjournal.co.in/upload/assignments/8_616-619-33.pdf)>. Access in: March, 25, 2019.

KUTNER, M. H. et al. **Applied linear statistical models**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2005. 1396 p.

LIU, K. et al. Responses of fruit yield and quality of processing tomato to drip-irrigation and fertilizers phosphorus and potassium. **Agronomy Journal**, 103(5): 1339-1345, 2011. Available in: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/103/5/1339?access=0&view=pdf>>. Access in: March, 25, 2019.

MAIA, J. T. L. S. et al. Growth, nutrient concentration, nutrient accumulation and visual symptoms of nutrient deficiencies in cherry tomato plants. **Semina: Ciências Agrárias**, 40(2): 585-598, 2019. Available in:

<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/32077/25323>>. Access in: March, 25, 2019.

MAROUELLI, W. A. et al. Frações ótimas da adubação com fósforo no pré-plantio e na fertirrigação por gotejamento de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 50(10):949-957, 2015. Available in: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v50n10/1678-3921-pab-50-10-00949.pdf>>. Access in: March, 25, 2019.

MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A. **Introduction to linear regression analysis**. New York: John Wiley e Sons, 1982. 672 p.

MORENO-MALDONADO, M. et al. Varianza aditiva, heredabilidad y correlaciones en La variedad M1-Fitotecnia de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). **Revista Fitotecnia**, 25(3):231-237, 2002. Available in: <<https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/25-3/1r.pdf>>. Access in: March, 25, 2019.

MOURA, L. E.; GOLYNSKI, A. Critical points of industrial tomato from field to processing. **Horticultura Brasileira**, 36(4):521-525, 2018. Available in: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0102-05362018000400521&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-05362018000400521&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)>. Access in: March, 25, 2019.

POPESCU, C.; DINU, M. Soil analysis and interpretation for establishing tomato crop. **Annals of the University of Craiova-Agriculture, Montanology, Cadastre Series**, 48(2): 179-185, 2019. Available in: <[file:///C:/Users/biblioteca/Downloads/811-2342-1-SM%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/biblioteca/Downloads/811-2342-1-SM%20(3).pdf)>. Access in: March, 25, 2019.

RASHID, A. et al. Effect of row spacing and nitrogen levels on the growth and yield of tomato under walk-in polythene tunnel condition. **Pure and Applied Biology**, 5(3):426-438, 2016. Available in: <<https://www.researchgate.net/publication/303634276>>. Access in: March, 25, 2019.

SAN-MARTÍN-HERNÁNDEZ, C. et al. Nitrogen and potassium nutrition differentially affect tomato biomass and growth. **Interciência**, 41(1): 60-66, 2016. Available in: <<https://www.redalyc.org/pdf/339/33943362010.pdf>>. Access in: March, 25, 2019.

STEVENS, M. A. Inheritance of tomato fruit quality components. **Plant Breeding Reviews**, 4: 273-311, 1986. Available in: <[https://www.researchgate.net/publication/277692778\\_Inheritance\\_of\\_Tomato\\_Fruit\\_Quality\\_Components](https://www.researchgate.net/publication/277692778_Inheritance_of_Tomato_Fruit_Quality_Components)>. Access in: August, 25, 2019.

YA-DAN, D. U. et al. Response of yield, quality, water and nitrogen use efficiency of tomato to different levels of water and nitrogen under drip irrigation in Northwestern China. **Journal of Integrative Agriculture**, 16(5): 1153-1161, 2017. Available in: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095311916613710>>. Access in: March, 25, 2019.

YANG, B. M. et al. Dynamic changes of nutrition in litchi foliar and effects of potassium–nitrogen fertilization ratio. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 15(1): 98-110, 2015. Available in: <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-95162015000100009&lng=n&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-95162015000100009&lng=n&nrm=iso)>. Access in: March, 25, 2019.

## CONCLUSÕES FINAIS

A adubação equilibrada de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O propicia melhora no rendimento agrônômico e qualidade ao tomateiro industrial ‘Heinz 1421’.

Nas condições estudadas, a adubação com 35 kg ha<sup>-1</sup> de N, 700 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 187,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O promovem os melhores resultados para os componentes de rendimento agrônômico do híbrido do tomateiro. Nota-se também poucas alterações nas características pós-colheita dos frutos, observadas com as doses de N e K influenciando a maturação dos frutos, N e P alterando o pH dos frutos e com N isolado, influenciando a acidez titulável. Não houve alterações nos teores de sólidos solúveis, a relação entre sólidos solúveis e acidez e a firmeza dos frutos em função das doses de N, P e K.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desse estudo demonstram a importância do ajuste nutricional para o tomateiro industrial, sendo de grande valia para extrapolação dos resultados para outras pesquisas, bem como testes em larga escala, nas áreas de produção.

Agradeço a todos os envolvidos nesse estudo, que direta ou indiretamente contribuíram para os bons resultados aqui colhidos. A união e empenho de todos foi primordial para a execução de um bom trabalho. E isso o fez ser mais emocionante e prazeroso.

Esse estudo foi idealizado pelo meu coorientador, o professor Dr. Wagner Ferreira da Mota e seus colaboradores, via o projeto (FAPEMIG– CAG / APQ-01888-14) “Desenvolvimento de tecnologia de produção e qualidade de novo híbrido de tomate para processamento industrial em função do manejo nutricional, irrigação e densidade populacional no Norte de Minas Gerais” – Universidade Estadual de Montes Claros. Portanto, agradeço ao professor e toda a equipe pela confiança e apoio durante a realização desse estudo, bem como a toda orientação e contribuições recebidas pelo meu orientador professor Dr. Marcos Koiti Kondo e demais conselheiros.

Esse estudo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - 001, fundamental para a pesquisa de qualidade em nosso país.