

# UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE RONDONÓPOLIS INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

#### **ADRIANO BICIONI PACHECO**

TOMATEIRO CEREJA SOB DISPONIBILIDADES HÍDRICAS E DOSES DE POTÁSSIO COM IRRIGAÇÃO SEMIAUTOMATIZADA EM AMBIENTE PROTEGIDO

RONDONÓPOLIS - MT 2017



# UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE RONDONÓPOLIS INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

#### **ADRIANO BICIONI PACHECO**

## TOMATEIRO CEREJA SOB DISPONIBILIDADES HÍDRICAS E DOSES DE POTÁSSIO COM IRRIGAÇÃO SEMIAUTOMATIZADA EM AMBIENTE PROTEGIDO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus de Rondonópolis, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenheiro Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Tonny José Araújo da Silva

RONDONÓPOLIS – MT 2017

#### Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

B583t Bicioni Pacheco, Adriano.

Tomateiro cereja sob disponibilidades hídricas e doses de potássio com irrigação semiautomatizada em ambiente protegido / Adriano Bicioni Pacheco. -- 2017 85 f.: il. color.; 30 cm.

Orientador: Tonny José Araújo da Silva.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato
Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola,
Rondonópolis, 2017.
Inclui bibliografia.

1. Lycopersicon esculentum Mill.. 2. água disponível. 3. adubação potássica. 4. Diviner 2000. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE RONDONÓPOLIS INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

### **FOLHA DE APROVAÇÃO**

TÍTULO: TOMATEIRO CEREJA SOB DISPONIBILIDADES HÍDRICAS E DOSES DE POTÁSSIO COM IRRIGAÇÃO SEMIAUTOMATIZADA EM AMBIENTE PROTEGIDO

**AUTOR: ADRIANO BICIONI PACHECO** 

Dissertação defendida e aprovada em 07 de fevereiro de 2017.

Presidente da Banca / Orientador: Doutor Tonny José Araújo da Silva

Theogo Aramo alwarts

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

Examinadora Interna: Doutora Edna Maria Bonfim da Silva

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

Examinador Externo: Doutor Thiago Franco Duarte

Instituição: Universidade Federal de Mato Grosso

Aos meus pais, Alzino e Zenaide, por terem realizados sacrifícios ao longo da minha existência para promover essa possibilidade na minha formação profissional e crescimento pessoal, apesar de não terem tido as mesmas oportunidades, DEDICO!!!
À minha irmã Andréia Bicioni Pacheco Dourado e minha prima Fernanda Aparecida de Jesus pelo amor, apoio e companheirismo nos últimos anos e ao meu irmão Alessandro Bicioni Pacheco por sempre estar prontamente disponível para ajudar os meus pais.  OFEREÇO!!!

#### **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por me guiar, iluminar, proteger e abençoar os meus passos e meus pensamentos, pela força de viver com entusiasmo.

Minha imensa gratidão aos meus pais, Alzino F. Pacheco e Zenaide B. Pacheco, e meus irmãos Alessandro B. Pacheco e Andréia B. P. Dourado, a minha prima Fernanda Aparecida de Jesus, a minha cunhada Eliane Guedes Pacheco e o meu cunhado Bruno Luiz Silvério Dourado pela compreensão, amor, apoio moral, conselhos e acreditar em mim.

Muito obrigado aos meus orientadores Tonny José Araújo da Silva e Edna Maria Bonfim da Silva pelos ensinamentos, incentivos, oportunidades e dedicação em sua orientação e pesquisa e principalmente por auxiliar a enfrentar os desafios do cotidiano.

Minha imensa gratidão ao Grupo de Práticas em Água e Solo (GPAS), a Carina S. L. L. Bär, Éllen S. Espirito Santo, Hamilton A. W. Castro, Vinicius M. Silva e William Fenner, Alessana Schlichting, Jackelinne Valéria, Juliana S. Nogueira, Danityelle C. Freitas, Jean C. C. Couto, Denise C. Soares, Juliane S. Beltrão, Juliana T. S. Paludo, Paula C. L. Silva, Nathalia C. Brito, Helon Sousa, Vitor Augusto, Tiago Olim, Marcos A. O. Santos, Pablo F. Rezende, Maria D. L. Bezerra, Thiago Castañon, Davi Budin, Lys Rodrigues, Matheus Nogueira e Manoel Costa por toda a ajuda e disposição direta na implantação e condução do experimento, por perseverar diante das atividades que foram realizadas com rigor científico, energia e entusiasmo, sem vocês não seria muito difícil.

Muito grato ao professor Edson Godoy por todo apoio, empenho e dedicação prestados no desenvolvimento dos softwares para o controle da irrigação.

Agradeço a minha turma (Andressa, Camila, Carina, Ellen, Hamilton, Milly, Marcos, Pablo, William e Zieglenristen) pelos momentos de descontração, paciência e força para vencer os desafios destes dois anos.

Agradeço aos meus orientadores do programa de monitoria (Hélder L. Teles, Maria Conceição T. Oliveira, Frederico A. Oliveira Neto e Edna Maria Bonfim da Silva) por me ajudar a desenvolver e burilar as habilidades didáticas-pedagógicas.

Agradeço aos meus orientadores de iniciação científica (Marcos Henrique D. Silveira, Luis Otávio B. Macedo, Tonny José A. da Silva e Edna Maria Bonfim da Silva) por aguçar a curiosidade, entusiasmo, disciplina e ética pela ciência.

Agradeço aos técnicos de laboratório Aguinaldo Antônio Claudio e Elias Ferreira Silva de França pela assistência e paciência no auxílio das atividades desenvolvidas em laboratório.

Agradeço aos professores do ensino fundamental, médio e superior pela dedicação, compartilhamento de sua sabedoria e por fazerem parte do meu desenvolvimento profissional, intelectual, ético e moral.

Minha gratidão aos "Silva Brothers": Hamilton Abraham Weimar Castro, Vinicius Melo da Silva e William Fenner, pela amizade, momentos de descontração, pela parceria e disposição.

Grato pela Comunidade Sebastião e ao Grupo de Oração Universitário O Céu é o Meu Lugar, por me auxiliarem no amadurecimento da minha fé cristã.

Muito obrigado a Carina Sthefanie Lemes e Lima Bär e Éllen Souza do Espirito Santo, pela amizade e a convivência de sete anos, em que compartilhamos momentos alegres, tristes, sonhos e apoio em superar desafios, os quais permanecerão gravados por toda a vida.

Agradeço a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), pelo apoio institucional pela oportunidade de realizar esse curso e elaborar a dissertação. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização dessa formação.

A todos meu sincero obrigado!



#### **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Casa de vegetação da Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis-MT (A), tela termo refletora fechada (B) e aberta (C)25
Figura 2. Datalogger Bside® BTH01 (A) e Piranometro Apogee® Logan UT (B)26
Figura 3. Arranjo fatorial fracionado com base no composto central em função das disponibilidades hídricas e doses de potássio adaptado por Littell & Mott (1975)27
Figura 4. Vasos com o tubo de acesso instalado e solo acomodado após o transplantio das mudas de tomate cereja BRS Iracema
Figura 5. Representação das unidades experimentais demonstrando os pontos de leitura da umidade volumétrica do solo utilizando a sonda de capacitância, sendo as leituras usuais (P1, P4, P7 e P10) e leituras não-usuais (P2, P3, P5, P6, P8 e P9). 31
Figura 6. Relação tensão de água no solo com a umidade volumétrica do solo obtida pelo método padrão
Figura 7. Relação umidade volumétrica da sonda de capacitância Diviner 2000 <sup>®</sup> com a umidade volumétrica padrão33
Figura 8. Representação do sistema de irrigação34
Figura 9. Módulos relé serial (A), placa arduino (B) e central de controle em funcionamento (C)
Figura 10. Interface no computador para a comunicação com o software do controlador em funcionamento
Figura 11. Produção de mudas em bandeja de isopor (A) e muda após o transplantio no vaso (B)
Figura 12. Condução de plantas de tomateiro com fitilho em haste única (A e B) e eliminação dos brotos laterais (C)
Figura 13. Vista geral do experimento em casa de vegetação com tomate cereja BRS Iracema submetido a disponibilidades hídricas e doses de potássio, aos 40 dias após o transplantio
Figura 14. Observação visual de Tripes (A), com a lupa de doença (B) e identificação da ninfa de Tripes por meio de micrografia (C)38

Figura 15. Aplicação de defensivo agrícola com pulverizador costal manual de
compressão prévia38
Figura 16. Coleta superficial de amostra do solo por unidade experimental (A e B), peneiramento do solo em malha de 2 mm (C), subamostra de 10 cm³ (D) e determinação da condutividade elétrica do solo com condutivímetro de bancada mCA150 Tecnal® (E)
Figura 17. Altura de planta com trena (A), diâmetro de caule com paquímetro digital (B), temperatura foliar com termômetro infravermelho (C), índice de clorofila com clorofilômetro (D) e condutância estomática com porômetro (E) em plantas de tomate cereja BRS Iracema
Figura 18. Lavagem das raízes em água corrente com peneira de malha de 2 mm (A), proveta com volume conhecido (B), imersão das raízes na proveta (C) e raízes imersas na água e observação da variação do volume (D)42
Figura 19. Vista frontal do fruto de tomate cereja BRS Iracema (A), determinação do diâmetro longitudinal (B) e transversal do fruto com auxílio do paquímetro analógico (C)
Figura 20. Altura de planta em tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo aos 30 e 60 dias após o transplantio de mudas. AP - Altura de planta; T- Tensão de água no solo. ** e *** significativo a 1 e 0,1%, respectivamente.
Figura 21. Diâmetro de caule de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo aos 30 e 60 dias após o transplantio de mudas. DC - Diâmetro de caule; T- Tensão de água no solo. * e *** significativo a 5 e 0,1%, respectivamente
Figura 22. Diâmetro de caule de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio aos 60 dias após o transplantio de mudas. DC - Diâmetro de caule; K-Potássio. *** significativo a 0,1%47
Figura 23. Número de folhas de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo aos 30, 60 e 110 dias após o transplantio de mudas. NF - Número de folhas; T- Tensão de água no solo. ** significativo a 1%48

Figura 24. Número de folhas de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio aos 30 e 60 dias após o transplantio de mudas. NF - Número de folhas; K-Potássio. *** e * significativo a 0,1 e 5%, respectivamente
Figura 25. Índice de clorofila de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo aos 30 e 60 dias após o transplantio de mudas. IC - Índice de clorofila; T- Tensão de água no solo. *** significativo a 1%50
Figura 26. Índice de clorofila de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio aos 60 dias após o transplantio de mudas. IC - Índice de Clorofila; K-Potássio. ** significativo a 1%
Figura 27. pH do solo no cultivo de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo aos 110 dias após o transplantio de mudas em Latossolo Vermelho distrófico. T- Tensão de água no solo. *** significativo a 0,1%. 52
Figura 28. pH do solo no cultivo de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio aos 60 e 110 dias após o transplantio de mudas em Latossolo Vermelho distrófico. K- Potássio. * e ** significativo a 5 e 1%, respectivamente53
Figura 29. Massa seca de folhas de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. MSF – Massa seca de folhas; K- Potássio. *** significativo a 0,1%
Figura 30. Massa seca de caule de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidade hídricas e doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. MSC - Massa seca de caule; K- Potássio. *** significativo a 0,1%
Figura 31. Massa seca de raízes de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. MSR - Massa seca de raízes; K- Potássio. *** significativo a 0,1%
Figura 32. Volume de raízes de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. VR - Volume de raízes; K- Potássio. *** significativo a 0,1%
Figura 33. Massa seca da parte aérea de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. MSPA - Massa seca da parte aérea; K- Potássio. *** significativo a 0,1%

Figura 34. Valores médios observados no experimento para as variáveis abertura da primeira flor, número de cachos por planta, número total de flores e flores abortadas que não apresentaram significância para os fatores estudados. DAT - Dias após o transplantio
Figura 35. Porcentagem de flores abortadas de plantas de tomate cereja BRS lracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. %FA - Flores abortadas; T- Tensão de água no solo. *** significativo a 0,1%61
Figura 36. Número de frutos de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. NFR - Número de frutos; T- Tensão de água no solo. *** significativo a 0,1%62
Figura 37. Número de frutos de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. NFR - Número de frutos; K - Potássio. *** significativo a 0,1%
Figura 38. Massa média do fruto de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. MF - Massa média de fruto; T- Tensão de água no solo. *** significativo a 0,1%64
Figura 39. Número de frutos por cacho de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. FC - Número de frutos por cacho; T- Tensão de água no solo. ** significativo a 1%65
Figura 40. Diâmetro transversal do fruto de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. DTF - Diâmetro transversal do fruto; T- Tensão de água no solo. *** significativo a 0,1%66
Figura 41. Diâmetro longitudinal do fruto de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. DLF - Diâmetro longitudinal do fruto; T- Tensão de água no solo. *** significativo a 0,1%. 67
Figura 42. Espessura de polpa de frutos de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. EP - Espessura de polpa; T- Tensão de água no solo. *** significativo a 0,1%68

Figura 43. Sólidos solúveis totais de fruto de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. SS - Sólidos Solúveis; K - Potássio. ** e *** significativo a 1 e 0,1%, respectivamente
Figura 44. Relação SST/ATT de fruto de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. RSA - Relação SST/ATT; T- Tensão de água no solo. ** significativo a 1%71
Figura 45. Produtividade de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. PD - Produtividade; T- Tensão de água no solo. * significativo a 5%
Figura 46. Produtividade de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. PD - Produtividade; K - Potássio. ** e *** significativo a 1 e 0,1%, respectivamente
Figura 47. Consumo de água de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. CA - Consumo de água; T- Tensão de água no solo. *** significativo a 0,1%
Figura 48. Consumo de água de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. CA - Consumo de água; K - Potássio.  * e ** significativo a 5 e 1%, respectivamente
Figura 49. Eficiência no uso da água de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. EUA - Eficiência no uso da e água; T- Tensão de água no solo. *** significativo a 0,1%
Figura 50. Eficiência no uso da água de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. EUA - Eficiência no uso da água; K - Potássio. * e ** significativo a 5 e 1%, respectivamente

#### SÚMARIO

1	INT	ROD	PUÇÃO		.17
2	RE'	VISÃ	O DE LITERATURA		.18
	2.1	ОТ	omateiro	18	
	2.2	Mon 20	nitoramento da umidade do solo e irrigação do tomateiro por gote	ejame	ento
	2.3	Potá	ássio no solo, nas plantas e no tomateiro	21	
3	MA	TERI	IAL E MÉTODOS		.25
	3.1	Des	crição do local do experimento	25	
	3.2	Deli	neamento experimental	26	
	3.3	Cole	eta, caracterização e correção do solo	27	
	3.4	Man	nejo da adubação	28	
	3.5	Mon	ntagem das unidades experimentais, monitoramento da umidade	do s	olo
	e mar	nejo (	da irrigação	30	
	3.6	Siste	ema de irrigação e automação	33	
	3.7	Insta	alação e condução do experimento	36	
	3.8	Mon	nitoramento e controle de pragas e doenças	38	
	3.9	Vari	áveis analisadas	39	
	3.9	.1	Monitoramento do pH e condutividade elétrica do solo		.39
	3.9	.2	Variáveis relacionadas as plantas		.40
	3.9	.3	Variáveis relacionadas aos frutos		.42
	3.9	.4	Consumo e eficiência no uso da água		.43
	3.10	Aná	lise estatística	43	
4	RE	SULT	TADOS E DISCUSSÃO		.44
	4.1	Altu	ra de planta	44	
	4.2	Diâr	netro de caule	45	
	4.3	Nún	nero de folhas	47	
	4.4	Índio	ce de clorofila	50	
	4.5	Tem	peratura foliar e condutividade estomática	51	
	4.6	Con	dutividade elétrica e pH do solo	52	

	4.7	Massa seca de folhas	54	
	4.8	Massa seca de caule	55	
	4.9	Massa seca de raízes e volume de raízes	56	
	4.10	Massa seca da parte aérea	58	
	4.11	Abertura da primeira flor, número de cachos, total de flores, flores ab	oortac	ast
	e por	centagem de flores abortadas	60	
	4.12	Número de frutos	61	
	4.13	Massa média do fruto	63	
	4.14	Número de frutos por cacho	64	
	4.15	Diâmetro transversal e longitudinal e índice de formato dos frutos	65	
	4.16	Espessura de polpa	68	
	4.17	Sólidos solúveis totais (SST), Acidez titulável total (ATT) e Relação S	ST/A	TΤ
		69		
	4.18	Vitamina C	71	
	4.19	Produtividade	72	
	4.20	Consumo de água	74	
	4.21	Eficiência no uso da água	76	
5	CO	NCLUSÕES		.79
R	EFER	ÊNCIAS		.80

#### **RESUMO**

TOMATEIRO CEREJA SOB DISPONIBILIDADES HIDRICAS E DOSES DE POTÁSSIO COM IRRIGAÇÃO SEMIAUTOMATIZADA EM AMBIENTE PROTEGIDO

Introdução: A cultura do tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) se destaca entre as hortalicas mais produzidas no Brasil, entre suas cultivares destaca-se as do grupo cereja. No entanto, a água disponível e a fertilidade do solo estão entre os principais fatores que afetam a produtividade. **Objetivo:** Avaliar as características produtivas. qualidade dos frutos e uso da água do tomateiro cereja sob disponibilidades hídricas e doses de potássio, cultivado em vaso com Latossolo Vermelho distrófico em ambiente protegido. Material e Métodos: O experimento foi conduzido em casa de vegetação com delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial 5x5, com cinco disponibilidades hídricas (4, 14, 24, 34 e 44 kPa) e cinco doses de potássio (0, 125, 250, 375 e 500 mg dm<sup>-3</sup>), em arranjo fatorial fracionado 5<sup>2</sup> com base no composto central, resultando em 13 tratamentos (4 - 0; 4 - 250; 4 - 500; 14 - 125; 14 - 375; 24 - 0; 24 - 250; 24 - 500; 34 - 125; 34 - 375; 44 - 0; 44 - 250; 44 -500; ) (kPa - mg dm<sup>-3</sup>). O sistema de irrigação foi por gotejamento com controle da irrigação semiautomatizado. As variáveis analisadas foram relacionadas as características vegetativas, produtivas, qualidade dos frutos e uso da água do tomate cereja. Resultados: As massas secas de folhas e raízes e o volume de raízes apresentaram incrementos de 40 à 54% com o aumento da adubação potássica até a dose de potássio de 500 mg dm<sup>-3</sup>. Houve relação significativa entre a disponibilidade hídrica e doses de potássio para as massas secas de caule e parte aérea, que apresentaram incrementos na produção de 74 e 62%, respectivamente, tendo a maior produção na combinação de 4 kPa e 500 mg dm<sup>-3</sup> de potássio quando comparado com o tratamento de 44 kPa e 0 mg dm<sup>-3</sup> de potássio. A massa média de fruto, o diâmetro transversal e longitudinal e a espessura de polpa dos frutos apresentaram reduções de 16 à 44% com o aumento da tensão de água no solo até 44 kPa. Os sólidos solúveis apresentam maior valor na dose de potássio de 326 mg dm<sup>-3</sup>. A maior produtividade foi observada na tensão de água no solo de 24 kPa e na dose de potássio de 290 mg dm<sup>-3</sup>. A maior eficiência no uso da água foi observado na tensão de água no solo de 44 kPa e na dose de potássio de 290 mg dm-3. Conclusão: As disponibilidades hídricas e as doses de potássio influenciam de maneira isolada o desenvolvimento vegetativo, produtivo, qualidade dos frutos e uso da água pelo tomate cereja cv. BRS Iracema.

**Decritores:** Lycopersicon esculentum Mill., água disponível, adubação potássica, Diviner 2000

#### **ABSTRACT**

### CHERRY TOMATO CROP UNDER WATER AVAILABILITY AND DOSES OF POTASSIUM WITH HALF-AUTOMATIZED IRRIGATION IN GREENHOUSE

IntroductionThe tomato crop (Lycopersicon esculentum Mill.) stands out among the most produced vegetables in Brazil, among its cultivars stands out as the cherry group. However, available water and soil fertility are among the main factors affecting productivity. **Purpose:** To evaluate the products characteristics, fruit quality and use of water of cherry tomato crop under water availability and potassium rates, cultivated in a pot with Oxisol in a protected environment. Material and Method: The experiment was conducted in a greenhouse with a randomized block design in a 5x5 factorial scheme, with five soil water availability (4, 14, 24, 34 and 44 kPa) and five potassium doses (0, 125, 250, 375 And 500 mg dm<sup>-3</sup>), in a fractional factorial arrangement 5<sup>2</sup> based on the central compound adapted by Littell & Mott (1975), resulting in 13 treatments (4 - 0; 4 - 250; 4 - 500; 14 - 125; 14 - 375; 24 - 0; 24 - 250; 24 - 500; 34 - 125; 34 - 375; 44 - 0; 44 - 250; 44 - 500) (kPa - mg dm<sup>-3</sup>). The drip irrigation system with semi-automated irrigation control. As analyzed variables were related as vegetative, productive, fruit quality and cherry tomato water use. Results: As leaf and root dry masses and root volume presented increases of 40 to 54% with increase of potassium fertilization up to a potassium dose of 500 mg dm<sup>-3</sup>. There was a significant relationship between water availability and potassium doses for dry stem and shoot species, which showed increases in production of 74 and 62%, respectively, with a higher production in the combination of 4 kPa and 500 mg dm<sup>-3</sup> of potassium when compared to the treatment of 44 kPa and 0 mg dm<sup>-3</sup> of potassium. The mean fruit mass, transverse and longitudinal diameter and pulp thickness of fruits showed reductions from 16 to 44% with increasing soil water tension up to 44 kPa. Soluble solids have a higher potassium dose value of 326 mg dm<sup>-3</sup>. The highest productivity was observed in the soil water availability of 24 kPa and in the potassium dose of 290 mg dm<sup>-3</sup>. The highest water use efficiency was observed in soil water tension of 44 kPa and potassium dose of 290 mg dm<sup>-3</sup>. Conclusion: The water availability and the potassium doses influence in an isolated way the vegetative, productive development, quality of the fruits and water use by cherry tomato cv. BRS Iracema.

**Key words:** *Lycopersicon esculentum* Mill., water content, potassium fertilization, Diviner 2000

#### 1 INTRODUÇÃO

A cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) se destaca entre as hortaliças mais produzidas no Brasil, com cerca de 4,3 toneladas no ano de 2014 (IBGE, 2014). Os consumidores nacionais demandam produtos que apresente boa aparência, qualidade e bom estado de conservação, na escolha do tomate avaliam também a coloração, firmeza e tamanho dos frutos.

Entre as cultivares de tomateiro, destaca-se as do grupo cereja, por apresentar sabor característico e visualmente marcante em produtos culinários. Com isso, apresenta mercado consumidor rigoroso com a alta qualidade. Para o produtor as plantas se destacam por possuir boa adaptação, com ajuste a variados sistemas de cultivo, com menor utilização de adubos e defensivos (GUSMÃO, 2000, SILVA et al., 2007; ROCHA et al., 2009).

A água disponível e a fertilidade do solo estão entre os principais fatores que afetam a produtividade das hortaliças. Por isso, no desenvolvimento do sistema produtivo de tomate cereja é relevante o adequado manejo da irrigação. Esta prática aumenta o rendimento da área cultivada, produz frutos com melhor qualidade e aumenta a eficiência do uso de fertilizantes pelas plantas (CARRIJO et al., 2004; MANTOVANI et al., 2009).

A adubação potássica é fundamental para o bom desenvolvimento das culturas, por ser o cátion em maior concentração nas plantas, apresentando relevantes funções fisiológicas e metabólicas como ativação enzimática, translocação de assimilados e atuar na regulação osmótica das células vegetais. Contudo, quando não suprido de maneira adequada se torna um fator limitante para a produtividade e qualidade das culturas (TAIZ & ZEIGER, 2013).

No entanto, são poucos estudos com o tomateiro cereja que relacione a disponibilidade hídrica com a adubação potássica e que avaliem seus efeitos nas características produtivas, na qualidade dos frutos e o uso da água. Diante do exposto, objetivou-se avaliar as características produtivas, qualidade e uso da água do tomateiro cereja sob disponibilidades hídricas e doses de potássio, cultivado em vaso com Latossolo Vermelho distrófico oriundo do Cerrado em ambiente protegido.

#### 2 REVISÃO DE LITERATURA

#### 2.1 O Tomateiro

O tomateiro pertence à família Solanaceae e pela classificação de Linnaeus integrava o gênero *Solanum*, no entanto, Miller separou os tomates das batatas quanto ao gênero taxonômico, sendo os tomateiros incluídos no gênero *Lycopersicon* (ALVARENGA, 2013).

As espécies são subdivididas em dois subgêneros, o *Eulicopersicon*, que se caracteriza por produzir frutos avermelhados, e o *Eriopersicon* que produz frutos verdes, amarelos ou esbranquiçados. Entre as espécies do gênero, a *Lycopersicon esculentum* Mill. se destaca por ser a principal cultivada comercialmente (ALVARENGA, 2013).

As plantas de tomateiro possui porte arbustivo e se caracteriza como planta perene, apesar de ser cultivada anualmente. Seu desenvolvimento pode ser rasteiro, semiereto ou ereto. Quanto aos hábitos de crescimento pode ser indeterminado ou determinado, sendo que o primeiro apresenta dominância apical tendo o ramo principal crescimento "ilimitado" e maior que os laterais. Por sua vez, o crescimento determinado não possui dominância apical apresentando maior ramificação e crescimento limitado (ESPINOZA, 1991; ALVARENGA, 2013).

O tomateiro apresenta folhas alternadas, que são compostas por seis a oito folíolos laterais e um terminal maior, sendo que os folíolos geralmente também são compostos. As flores são regulares e hipógina, pequenas e amarelas apresentando de cinco ou mais sépalas e pétalas, são formadas em inflorescências do tipo racimo, ou seja, em cachos (ALVARENGA, 2013).

O fruto do tomateiro, o tomate, é uma baga carnosa que pode ter o ovário bilocular ou plurilocular. As sementes são reniformes, ou seja, apresenta formato de rins, pequenas com coloração marrom-clara, o embrião fica disposto em forma de espiral (ESPINOZA, 1991; ALVARENGA, 2013).

O tomateiro é originário do litoral Pacífico nas regiões andinas, entre o Equador até o norte do Chile, incluindo as Ilhas Galápagos, possuindo bom desenvolvimento em condições subtropicais e tropicais de elevada altitude, com clima fresco, seco e de boa luminosidade, entretanto apresenta tolerância a variações dos fatores climáticos (EMBRAPA, 1993; SILVA et al. 2007; ALVARENGA, 2013; BERGOUGNOUX, 2014).

A domesticação das plantas ocorreu na região do México pelos Astecas, onde originou o nome *Tomatl*. No entanto, os espanhóis e os portugueses foram os principais responsáveis por difundir a cultura pela Europa e pelo mundo por meio de suas colônias. Por sua vez, os italiano foram os principais implementadores do consumo dos frutos, que integrou o tomate na sua gastronomia (ESPINOZA, 1991; SILVA et al. 2007; ALVARENGA, 2013; BERGOUGNOUX, 2014). No Brasil a cultura foi introduzida principalmente pelos imigrantes europeus no final do século XIX, apesar de ser mais difundido e incrementado por volta de 1930 (ALVARENGA, 2013).

Entre as cultivares de tomate, destaca-se as do grupo cereja, conhecido pelo mercado consumidor brasileiro desde a década de 1990. Os frutos são pequenos, formato bilocular com peso próximo de 30 gramas por fruto, além de ser atrativo pela coloração vermelha e uniforme. É muito apreciado por suas propriedades sensoriais, apresentando excelente sabor, sendo usado como adorno, aperitivo e na preparação de vários pratos, tendo um mercado consumidor exigente para essa hortaliça de mesa (GUSMÃO, 2000, SILVA et al., 2007; ROCHA et al., 2009).

Portanto, além de garantir uma produção viável aos produtores, a qualidade dos frutos é fundamental para garantir um mercado consumidor cativo. Além das características estruturais do fruto os consumidores levam em consideração o sabor para fidelizar o local e a marca na hora da compra. De acordo com Anthon & Barrett (2003) o sabor em frutos de tomateiro é a combinação da quantidade dos sólidos solúveis, da acidez e dos componentes voláteis, resultados de diversas reações enzimáticas que ocorrem no tomate.

Entre as cultivares de tomate cereja mais recentes produzidas no Brasil destacase a BRS Iracema desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2013), por apresentar boa qualidade, com sólidos solúveis totais de 7-10° Brix e teores de licopeno cerca 90 µg g<sup>-1</sup>.

### 2.2 Monitoramento da umidade do solo e irrigação do tomateiro por gotejamento

O tomateiro é muito sensível ao déficit hídrico. Seus frutos apresentam de 93 a 95% de água, sendo indispensável a adequada disponibilidade de água para o tomateiro, garantida pela irrigação. A falta de água limita o crescimento e reduz a produtividade da cultura. Por sua vez, o excesso pode ocasionar podridão apical e queda de flores, além de reduzir o crescimento radicular devido a diminuição da disponibilidade de oxigênio no solo (ALVARENGA, 2013). Santana et al. (2010) e Zhang et al. (2016) observaram diminuição da produtividade do tomateiro sob condições de estresse hídrico, seja pelo excesso ou déficit.

A irrigação por gotejamento é um dos sistemas de irrigação mais apropriados para a cultura do tomate. Nesse sistema, a água é aplicada por meio de gotejadores diretamente na região radicular em baixa intensidade de aplicação e vazão, resultando em baixa pressão do sistema, no entanto, requer maior frequência de irrigação (MANTOVANI et al., 2009).

No entanto, o racionamento de água em regiões com alta demanda faz com que os projetos de irrigação sejam restringidos e onerosos. Contudo, o monitoramento da umidade do solo *in situ* melhora a eficiência do manejo da irrigação, resultando na otimização o uso da água pelo sistema e no adequado desenvolvimento das plantas (LACERDA et al., 2005; PEREIRA et al., 2006).

Zotarelli et al. (2009) estudaram sistemas de irrigação com monitoramento da umidade do solo por meio de sensores no cultivo de tomateiros e observaram uma redução entre 15-51% no consumo de água aplicado pelo sistema.

Pereira et al. (2016) estudaram o desenvolvimento do gladíolo sob umidades do solo e doses de cinza vegetal e sugeriram o uso da sonda de capacitância Diviner 2000<sup>®</sup> para monitoramento da umidade do solo em cada unidade experimental, com instalação do tubo de acesso na horizontal, contemplando cinco vasos neste estudo, demonstrando a viabilidade deste sensor em estudos de disponibilidade hídrica em ambiente protegido.

Por sua vez, a combinação do adequado monitoramento da umidade do solo com sistemas semiautomáticos ou automáticos no controle da irrigação são eficientes na redução do consumo de água, por aplicarem na quantidade necessária e no momento mais apropriado, contribuindo para o uso eficiente dos recursos hídricos. A automação do projeto se resume à um controlador central que emite sinais elétricos para comandar acessórios, válvulas elétricas e relês com função de acionar um motor ou abrir e fechar válvulas (GUIRRA & SILVA, 2010).

#### 2.3 Potássio no solo, nas plantas e no tomateiro

A disponibilidade do potássio no solo está diretamente ligada ao material de origem de formação do solo. As diferenças nos teores entre os solos é decorrente também dos fatores e processos pedogenéticos, consequentemente os solos menos intemperizados apresentam maiores teores de potássio. No Brasil, esses solos se encontram principalmente na Região Sul (NACHTIGALL & RAIJ, 2005).

No solo, o potássio está basicamente presente na estrutura cristalina de alguns minerais, na solução do solo, trocável em sítios preferenciais e fixado internamente entre as lâminas de argila (tipo 2:1). No entanto, o potássio na solução do solo e o trocável são as formas que estão disponível e parcialmente disponível as plantas devido a maior velocidade de liberação do nutriente (NACHTIGALL & RAIJ, 2005; MALAVOLTA, 2006).

A dinâmica do potássio no solo é resultante do equilíbrio entre as formas que o nutriente é encontrado. Por exemplo, se o nutriente é extraído da solução do solo pela raiz da planta, gera um desequilíbrio, então uma fração do elemento é liberado das estruturas sólidas para restaurar o equilíbrio. No entanto, a velocidade da restauração depende das reações envolvidas para liberação do potássio em função de qual fase sólida se encontra (NACHTIGALL & RAIJ, 2005).

A absorção do potássio pela planta é possível pelo contato íon-raiz, que se dá pelos processos de interceptação radicular, fluxo de massa e difusão. Na interceptação radicular, a raiz ao se desenvolver entra em contato com o potássio na solução do solo. No fluxo de massa, o potássio se movimenta juntamente com a solução do solo quando

há diferença no gradiente de umidade, de uma região distante para próximo a raiz (MALAVOLTA, 2005).

Contudo, o principal contato íon-raiz para absorção do potássio pelas plantas é a difusão, onde o íon do nutriente (K+) se movimenta a curta distância pela solução do solo, que se encontra estacionária, por diferença de gradiente da concentração do nutriente na solução do solo, na qual a menor concentração se encontra na superfície da raíz para que haja o contanto (MALAVOLTA, 2005).

Após o contato íon-raiz o potássio é absorvido pela raiz contra um gradiente de concentração, por meio de um processo ativo. Sendo necessário gasto de energia ofertada pelo trifosfato de adenosina (ATP), quebrado pela ATPase na membrana plasmática, que promove a extrusão de prótons (H+) para que haja a absorção do potássio (K+) (MALAVOLTA, 2005).

Dentro da raiz, o transporte radial do potássio até o xilema ocorre pelas vias do apoplasto e simplasto, e somente pelo simplasto quando atinge a endoderme. Do xilema é transportado para os demais órgãos da planta, sendo que ocorre também o movimento lateral de parte do potássio para o floema (MALAVOLTA, 2005).

Nas plantas o potássio é essencial por ser um dos principais ativadores enzimáticos, atuar na translocação de fotoassimilados, regular a pressão osmótica celular e controlar a abertura e fechamento dos estômatos (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Mengel & Viro (1974), disponibilizaram radiocarbono (<sup>14</sup>C) as plantas e observaram em plantas de tomate o efeito positivo do potássio no transporte de açúcares, aminoácidos e ânions orgânicos das folhas e caule para os frutos.

Sung et al. (2015) estudaram em plantas de tomateiro sob a deficiência de potássio na produção de metabolitos primários e secundários e observaram nas folhas redução da concentração de carboidratos, aminoácidos (com exceção da glutamina) e ácidos orgânicos, enquanto que nas raízes houve aumento da concentração. Os autores propõem que isso ocorre devido as funções do potássio na síntese, conversão e alocação dos metabólitos, além de comprometer o transporte do nitrato das raízes para as folhas, o que pode induzir maior síntese dos aminoácidos nas raízes.

Contudo, considerando solos com baixos teores de potássio e a exportação de nutrientes pela produção agrícola, uma adequada adubação potássica proporciona

incrementos na produtividade devido o fornecimento do nutriente para a solução do solo. A recomendação deve levar em consideração o balanço nutricional, observando a disponibilidade no solo e demanda das plantas, além de avaliar a dinâmica e interação com os demais nutrientes (ERNANI et al., 2007).

Teófilo Sobrinho et al. (1968) trabalharam com a adubação dos macronutrientes primários em Pindorama-SP, no qual observaram maior produção dos tomateiros na dose de potássio de 66 kg ha<sup>-1</sup>. Por sua vez, Fontes et al. (2000), trabalharam com a fertirrigação potássica no grupo Santa Clara, e observaram incrementos da produtividade até a dose de potássio de 198 kg ha<sup>-1</sup>.

Para o cultivo de tomate o potássio apresenta grande importância. Em níveis adequados observa-se aumento da produção e principalmente a melhoria da qualidade comercial dos frutos, assim como os frutos são presos mais firmemente à planta, reduzindo o aborto dos frutos (ALVARENGA, 2013).

A adubação potássica em níveis adequados pode promover maior eficiência no uso da água pelas plantas, devido as funções desse nutriente em controlar o potencial osmótico das células, a absorção e retenção de água nas células e a abertura e o fechamento dos estômatos, mantendo o turgor celular inclusive quando ocorre a expansão celular promovendo o uso eficiente da água, pelo adequado meio para os processos fisiológicos (CAKMAK, 2005; KRAUSS, 2005).

A adubação potássica pode reduzir os danos e aumentar a resistência à algumas doenças no tomateiro. Segundo Yamada (2004), a deficiência de potássio aumenta a concentração de glutamina, que é alimento para os patógenas, além dela retardar a cicatrização das feridas, favorecendo a penetração. A deficiência de potássio gera a perda do turgor celular, que pode ser um fator físico que contribui para a penetração de fungos.

Leite et al. (2003) estudaram como a adubação influencia na incidência da traçado-tomateiro e alternaria em plantas de tomate e observaram que a ausência da adubação potássica combinada com altas doses de nitrogênio ocasionaram maior incidência da traça, demonstrando a importância da adubação potássica para o sistema de defesa das plantas de tomateiro. Santos et al. (2013) confirmam a redução dos danos da traça-do-tomateiro no cultivo do tomate industrial, com a diminuição significativa do número de minas de *T. absoluta* nas folhas.

#### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Descrição do local do experimento

O experimento foi conduzido de fevereiro a julho de 2016 em casa de vegetação localizada no setor experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Rondonópolis, situada na latitude 16°27'50.9"S, longitude 54°34'50.0"W e altitude de 284 m.

A casa de vegetação apresenta orientação no sentido Norte-Sul, com estrutura metálica em arco, coberta com polietileno duplo de espessura de 0,15 mm, com um sistema de resfriamento adiabático com painel evaporativo de argila expansiva (Figura 1A). Durante a condução do experimento fechou-se a tela termo refletora das nove as quinze horas, excetos nos dias nublados (Figura 1B e C).



**Figura 1.** Casa de vegetação da Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis-MT (A), tela termo refletora fechada (B) e aberta (C).

O clima da região pela classificação Köppen é o Aw, caracterizado por ser um clima quente e úmido, com verão chuvoso e inverno seco. O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação foi realizado com o datalogger Bside® BTH01 programado para armazenar leituras a cada dez minutos durante toda condução do experimento (Figura 2A), onde obteve a temperatura média de 27,7°C e umidade média 72,6%. A radiação solar global no interior da casa de vegetação foi monitorada com Piranometro Apogee® Logan UT programado para armazenar leituras a cada quinze minutos, a média do total diário de radiação recebida foi de 3,98 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> (Figuras 2B).

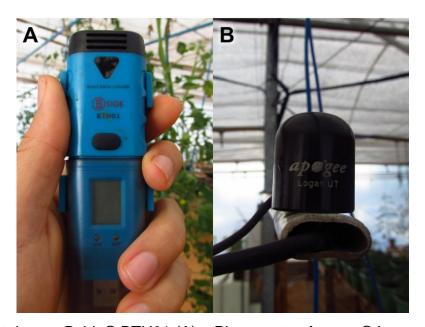
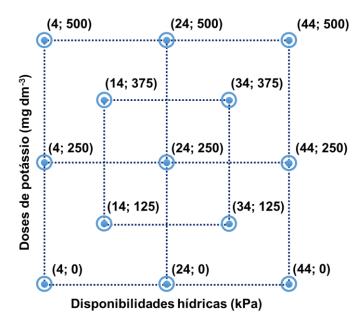


Figura 2. Datalogger Bside® BTH01 (A) e Piranometro Apogee® Logan UT (B).

#### 3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco disponibilidades hídricas do solo (4, 14, 24, 34 e 44 kPa) e cinco doses de potássio (0, 125, 250, 375 e 500 mg dm<sup>-3</sup>), em arranjo fatorial fracionado 5<sup>2</sup> com base no composto central adaptado por Littell & Mott (1975), resultando em 13 tratamentos (4 - 0; 4 - 250; 4 - 500; 14 - 125; 14 - 375; 24 - 0; 24 - 250; 24 - 500; 34 - 125; 34 - 375; 44 - 0; 44 - 250; 44 - 500; ) (kPa - mg dm<sup>-3</sup>) (Figura 3), com quatro repetições, perfazendo-se 52 unidades experimentais. Foram instalados junto ao experimento

quatro vasos adicionais, como reserva para possíveis substituições de unidade experimental em caso de morte de muda.



**Figura 3.** Arranjo fatorial fracionado com base no composto central em função das disponibilidades hídricas e doses de potássio adaptado por Littell & Mott (1975)

Os tratamentos de disponibilidade hídricas foram diferenciados aos sete dias após o transplantio das mudas. As doses de potássio representa o valor acumulado ao longo do ciclo da cultura, pois sua aplicação foi parcelada.

#### 3.3 Coleta, caracterização e correção do solo

O solo foi coletado em área com Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013) em área do Cerrado, no respectivo *campus* universitário da condução do experimento, na camada de 0,0 – 0,2 m de profundidade, peneirado em malha de 2 mm para a caracterização química e granulométrica (EMBRAPA, 1997) e 4 mm para a calagem e acomodação nos vasos.

O solo apresentou as seguintes análises químicas e granulométrica: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,0; P = 1,4 mg dm<sup>-3</sup>; K = 23 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 0,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 0,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H = 5,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; M. O. = 27,1 g dm<sup>-3</sup>; SB = 0,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC = 6,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 9,7%; areia = 423 g kg<sup>-1</sup>; silte = 133 g kg<sup>-1</sup>; argila = 444 g kg<sup>-1</sup>;

densidade do solo = 1,11 g cm<sup>-3</sup>. A calagem foi realizada para elevar a saturação de bases para 80%, após período de incubação de 40 dias.

#### 3.4 Manejo da adubação

As adubações com macronutrientes foram adaptadas de Alvarenga (2013) (Tabela 1), considerando que o volume de solo a ser explorado pelo sistema radicular seria limitado, conforme observados em experimentos pilotos com o solo da mesma área de origem. Nesse sentido, realizou-se o parcelamento de todas as recomendações, para evitar possíveis riscos de salinização pela adubação.

**Tabela 1.** Recomendação, parcelamento e fontes para adubação com macronutrientes.

macronauternos.									
Recomendação dos nutrientes (mg dm <sup>-3</sup> )									
DAT N P Ca Mg									
02/04/2016	-	_	193,5 <sup>A</sup>	1200 <sup>B</sup>	720 <sup>B</sup>	112,5 <sup>A</sup>			
22/04/2016	20	16 <sup>C,D</sup>	27,09 <sup>c</sup>	-	-	-			
30/04/2016	28	18 <sup>C,D</sup>	30,96 <sup>c</sup>	-	-	-			
06/05/2016	34	18 <sup>C,D</sup>	38,7 <sup>c</sup>	16 <sup>E</sup>	7 <sup>F</sup>	10,1 <sup>F</sup>			
12/05/2016	40	20 <sup>C,D</sup>	19,35 <sup>c</sup>	16 <sup>E</sup>	<b>7</b> <sup>F</sup>	10,1 <sup>F</sup>			
21/05/2016	49	40 <sup>C,D</sup>	38,7 <sup>c</sup>	32 <sup>E</sup>	14 <sup>F</sup>	20,2 <sup>F</sup>			
01/06/2016	60	32 <sup>C,D</sup>	38,7 <sup>c</sup>	48 <sup>E</sup>	16 <sup>F</sup>	23,1 <sup>F</sup>			
15/06/2016	74	32 <sup>G,D</sup>	-	48 <sup>G,E</sup>	16 <sup>F</sup>	23,1 <sup>F</sup>			
01/07/2016	90	24 <sup>G,D</sup>	-	40 <sup>G,E</sup>	15 <sup>F</sup>	21,7 <sup>F</sup>			
Recomendação 1	otal	200	387	1400	795	220,8			

Fontes utilizadas: A – Superfosfato simples incorporado no transplantio; B – Calcário domilítico aplicado na calagem; C – Fosfato monoamônico (P.A.); D – ureia; E – Cloreto de cálcio (P.A.); F – Sulfato de magnésio (P.A.); G – Nitrato de cálcio.

A adubação fosfatada, metade da recomendação, foi realizada no transplantio das mudas com a incorporação do superfosfato simples, a outra metade foi parcelada utilizando fosfato monoamônico, nesse período (20 à 60 dias após o transplantio) a recomendação da adubação nitrogenada foi complementada com ureia.

No período em que foi utilizado o fosfato monoamônico a recomendação de cálcio foi atendida com o uso de cloreto de cálcio, no entanto, no período seguinte

(74 e 90 dias após o transplantio) foi utilizado nitrato de cálcio para atender a recomendação da adubação nitrogenada e o restante da recomendação de cálcio foi complementada com cloreto de cálcio. Para balancear a relação Ca:Mg, a recomendação de magnésio foi atendida com o uso de sulfato de magnésio para manter a relação próxima de 2:1.

As adubações com o potássio foram programadas e adaptadas do cronograma de fertirrigação proposto por Alvarenga (2013) conforme o tratamento a ser aplicado, considerando as particularidades de desenvolvimento dos tomateiros do presente estudo (Tabela 2). A fonte utilizada para adubação potássica foi o cloreto de potássio.

**Tabela 2.** Recomendação, parcelamento para adubação potássica conforme tratamento.

		Recomendação de potássio (mg dm $^{-3}$ $K_2O$ ) em função do tratamento						
	DAT	0	125	250	375	500		
22/04/2016	20	-	6,25	12,5	18,75	25		
30/04/2016	28	-	6,25	12,5	18,75	25		
06/05/2016	34	-	6,25	12,5	18,75	25		
12/05/2016	40	-	6,25	12,5	18,75	25		
21/05/2016	49	-	17,5	35	52,5	70		
01/06/2016	60	-	20	40	60	80		
15/06/2016	74	-	27,5	55	82,5	110		
01/07/2016	90	-	35	70	105	140		

Foi realizada adubação com os micronutrientes (boro, cobre, manganês, molibdênio e zinco) durante a condução do experimento (Tabela 3) utilizando fontes puras para análise.

**Tabela 3.** Recomendação, parcelamento e fontes para adubação com micronutrientes.

		Recomendação dos nutrientes (mg dm <sup>-3</sup> )						
	DAT	В	Cu	Mn	Мо	Zn		
15/04/2016	13	0,5	0,4	1	0,2	1		
20/05/2016	48	0,5	0,7	1,5	0,1	1.5		
17/06/2016	76	0,5	0,4	0,5	0	0.5		
Recomendaç	ão Total	1.5	1,5	3	0,3	3		
Fontes utilizadas		Ácido Bórico	Sulfato de cobre	Sulfato de manganês	Ácido Molibdico	Sulfato de zinco		

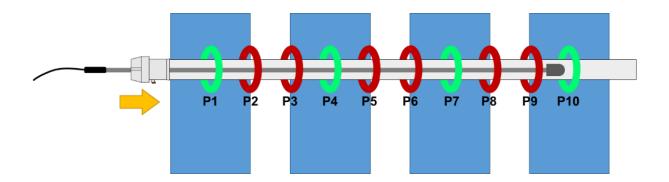
## 3.5 Montagem das unidades experimentais, monitoramento da umidade do solo e manejo da irrigação

As unidades experimentais foram confeccionadas com tubos de PVC de 20 cm de diâmetro e 40 cm de altura. Na altura de 25 cm foi realizado furos de 5 cm de diâmetro com uma ferramenta serra copo, para instalação do tubo de acesso que permite o monitoramento da umidade do solo com a sonda de capacitância Diviner 2000<sup>®</sup>. No fundo do vaso foi instalado uma tela de náilon e utilizou-se um prato para evitar a perda de solo. Acomodou-se 12 dm³ de solo por vaso (Figura 4).



**Figura 4.** Vasos com o tubo de instalado para monitoramento da umidade e o solo acomodado após o transplantio das mudas de tomate cereja BRS Iracema.

Cada tubo de acesso foi instalado no sentido horizontal com quatro vasos para o uso da sonda, conforme utilizado por Pereira et al. (2016), aplicação também recomendada por esses autores ao uso convencional, da sonda Diviner, no qual as leituras são feitas verticalmente no perfil do solo. Considerando que as leituras são realizadas a cada 0,1 m, o diâmetro dos vasos é de 0,2 m o espaço entre os vasos foi de 0,1 m, cada perfil teve quatro leituras usuais no centro de cada vaso (Figura 5).

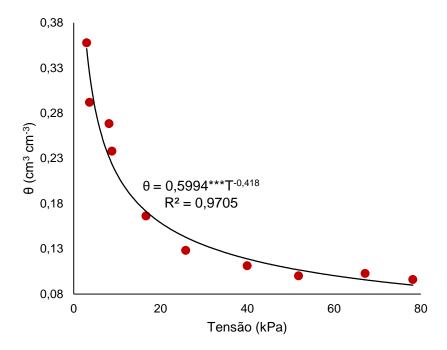


**Figura 5.** Representação das unidades experimentais demonstrando os pontos de leitura da umidade volumétrica do solo utilizando a sonda de capacitância, sendo as leituras usuais (P1, P4, P7 e P10) e leituras não-usuais (P2, P3, P5, P6, P8 e P9).

Antes da condução do experimento foi realizado uma calibração prévia para determinar a relação tensão de água no solo com a umidade volumétrica e a relação umidade volumétrica da sonda de capacitância e com a umidade volumétrica padrão. Foi utilizado solo da mesma origem do utilizado no experimento. A calibração foi realizada em uma caixa teste de PVC com 0,18 m de altura, 0,40 m de largura e 1,15 m de comprimento.

No sentido transversal da caixa instalou-se um tubo de acesso para medição com a sonda de capacitância e ao longo da caixa foram instalados seis tensiômetros. O solo foi saturado e posteriormente drenado para início das medições. As leituras foram realizadas simultaneamente nos tensiômetros, sonda de capacitância e simultaneamente coletadas três amostras de solo para determinação da umidade volumétrica pelo método padrão de estufa a 105 °C conforme Embrapa (1997).

Por meio da calibração foi obtido a relação tensão de água no solo com a umidade volumétrica padrão (Figura 6), no qual foi utilizado para determinar a umidade volumétrica para a disponibilidade hídrica conforme cada tratamento desejado em função da tensão da água no solo (Tabela 4).

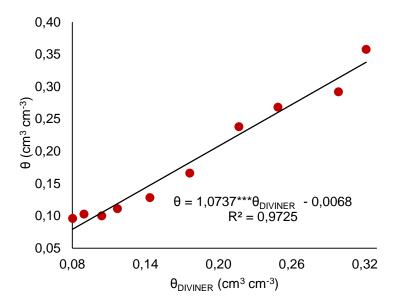


**Figura 6.** Relação tensão de água no solo com a umidade volumétrica do solo obtida pelo método padrão.

**Tabela 4.** Umidade do solo volumétrica em função de cada tratamento de disponibilidade hídrica conforme a tensão de água no solo ( $\theta = 0.5994***T^{-0.418}$ ).

Tensão do solo (kPa)	4	14	24	34	44
θ (cm³ cm-³)	0,3357	0,1989	0,1589	0,1373	0,1232

No experimento, o monitoramento da umidade do solo para irrigação foi realizado diariamente com a sonda de capacitância. A umidade volumétrica para determinação da lâmina por unidade experimental foi obtida pela relação entre a umidade volumétrica da sonda de capacitância e a umidade volumétrica padrão (Figura 7).



**Figura 7.** Relação umidade volumétrica da sonda de capacitância Diviner 2000<sup>®</sup> com a umidade volumétrica padrão.

Com base na umidade volumétrica do solo (padrão) e o volume do solo no vaso, calculou-se a lâmina necessária (Equação 1) para se atingir umidade volumétrica desejada (Tabela 4), conforme o tratamento de disponibilidade hídrica. A lâmina acumulada do consumo de água diário ao longo do ciclo da cultura foi utilizada como a variável consumo de água pelas plantas de tomateiro.

$$V = (\theta_{trat} - \theta_{atual}).12000 \tag{1}$$

onde:

V - Volume de água (cm<sup>3</sup>);

 $\theta_{\text{trat}}$  - umidade para os tratamentos desejados (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>) (Tabela 4);

θ<sub>atual</sub> - umidade volumétrica (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>).

#### 3.6 Sistema de irrigação e automação

O sistema de irrigação foi por gotejamento com controle da irrigação semiautomatizado, programando o volume de água a ser aplicado por unidade experimental.

O sistema foi composto por um reservatório de 1000 litros com boia hidráulica, motobomba de 0,5 cv, filtro de disco de 120 mesh, registro de esfera, manômetro na saída, tubos e acessórios de PVC (Policloreto de Vinila), válvulas solenoide, válvulas de alívio no cabeçote e no final das linhas, regulador de pressão, microtubo e gotejador autocompensante de 4 L h<sup>-1</sup> (Figura 8).

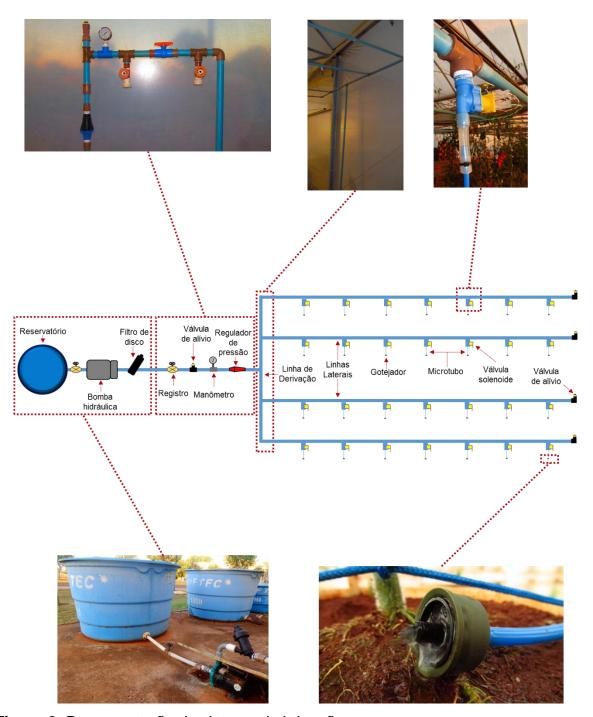


Figura 8. Representação do sistema de irrigação.

O acionamento das válvulas solenoides foi realizado pelos módulos relés serial controlados por uma placa arduino BlackBoard da RoboCore® (Figura 9). O programa utilizado pelo controlador teve sua arquitetura desenvolvida no ambiente da plataforma arduino.

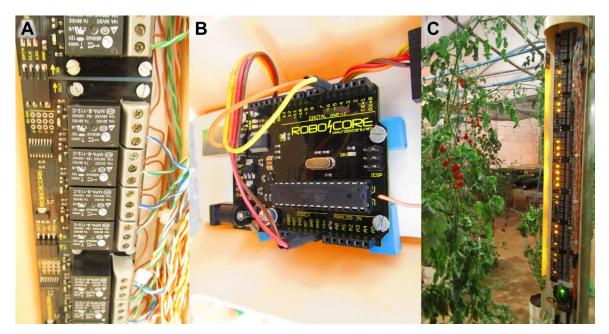


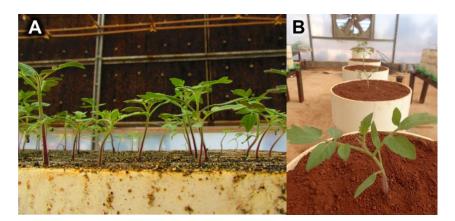
Figura 9. Módulos relé serial (A), placa arduino (B) e central de controle em funcionamento (C).

A interface do computador para a comunicação com o software do controlador, foi desenvolvido para a entrada de dados da vazão de cada gotejador, na qual era aferida periodicamente, o volume de água a ser irrigado e a hora de início da irrigação (Figura 10). Para a segurança da comunicação, em caso de alguma falha na corrente elétrica, a interface do computador reenvia a sequência de programação para o controlador a cada um segundo.

**Figura 10.** Interface no computador para a comunicação com o software do controlador em funcionamento.

## 3.7 Instalação e condução do experimento

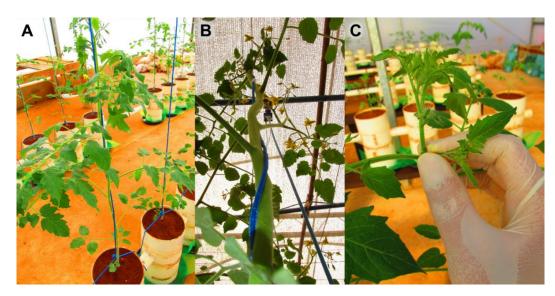
As mudas de tomateiro foram produzidas em bandejas de isopor com substrato comercial e vermiculita na proporção 1:1, onde foi semeada uma semente por célula da cultivar BRS Iracema (Figura 11A). Foram transplantadas uma muda por vaso, quando apresentaram de três a quatro folhas definitivas (Figura 11B).



**Figura 11.** Produção de mudas em bandeja de isopor (A) e muda após o transplantio no vaso (B).

Aos sete dias após o transplantio foram diferenciados os tratamentos em função da disponibilidades hídricas. As plantas foram tutoradas por fitilho e

conduzidas com haste única até cerca de dois metros de altura em relação ao colo da planta, com a eliminação dos demais brotos laterais conforme descrição de Marim et al. (2005) (Figura 12 e 13).



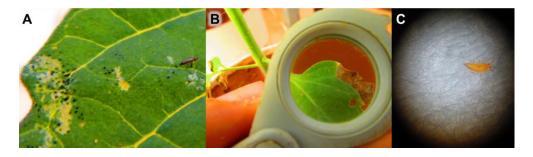
**Figura 12.** Condução de plantas de tomateiro com fitilho em haste única (A e B) e eliminação dos brotos laterais (C).



**Figura 13.** Vista geral do experimento em casa de vegetação com tomate cereja BRS Iracema submetido a disponibilidades hídricas e doses de potássio, aos 40 dias após o transplantio.

## 3.8 Monitoramento e controle de pragas e doenças

Durante a condução do experimento foi realizado monitoramento periódico de pragas e doenças com observação visual de sintomas e identificação do tipo de praga ou doença, com auxílio de lupa ou microscópico (Figura 14).



**Figura 14.** Observação visual de Tripes (A), com a lupa de doença (B) e identificação da ninfa de Tripes por meio de micrografia (C).

Para o controle das pragas e doenças foram utilizados defensivos agrícolas que foram aplicados com pulverizador costal manual de compressão prévia com capacidade de cinco litros (Figura 15) e realizadas para o controle e prevenção da disseminação de pragas e doenças, registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o uso na cultura do tomate (Tabela 5), procurandose não usar o mesmo produto em um curto período de tempo para evitar o desenvolvimento de resistência das pragas e doenças.



**Figura 15.** Aplicação de defensivo agrícola com pulverizador costal manual de compressão prévia.

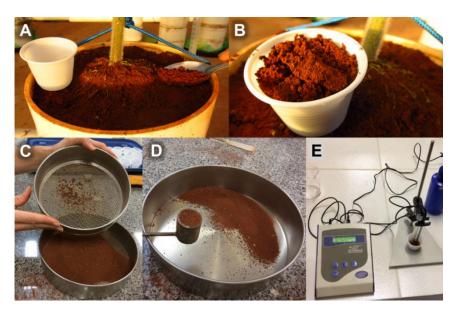
**Tabela 5.** Recomendação de defensivos agrícolas aplicados no experimento.

Data da aplicação	Produto comercial	Princípio ativo	Recomendação do produto comercial
14/04/2016	Randomil Gold MZ	Metaxil/Mancozebe	3 g L <sup>-1</sup>
20/04/2016	Tiger 100 EC	Piroproxifem	0,75 mL L <sup>-1</sup>
27/04/2016	Recop	Oxicloreto de cobre	5 g L <sup>-1</sup>
02/04/2016	Marshal 400 SC	Carboslfamo	0,5 mL L <sup>-1</sup>
06/05/2016	Score	Triazol/Difeconazol	0,4 mL L <sup>-1</sup>
09/05/2016	Decis 25 EC	Deltametrina	0,4 mL L <sup>-1</sup>
12/05/2016	Talstar 100 EC	Bifentrina	0,5 mL L <sup>-1</sup>
20/05/2016	Cerconil WP	Tiofanato/ Clorotalonil	2 g L <sup>-1</sup>
27/05/2016	Stron	Metamidofós	1 mL L <sup>-1</sup>
07/06/2016	Score	Triazol/Difeconazol	0,4 mL L <sup>-1</sup>
07/06/2016	Talstar 100 EC	Bifentrina	0,5 mL L <sup>-1</sup>

## 3.9 Variáveis analisadas

# 3.9.1 Monitoramento do pH e condutividade elétrica do solo

Foram coletadas amostras de solo superficialmente, cerca de 50 cm³ de solo, aos 60 e 110 dias após o transplantio das mudas (Figura 16A e B). As amostras após secagem a sombra foram peneiradas em malha de 2 mm e coletadas duas subamostras de 10 cm³ de solo, uma para determinação do pH e outra para a determinação da condutividade elétrica do solo (Figura 16C e D).



**Figura 16.** Coleta superficial de amostra do solo por unidade experimental (A e B), peneiramento do solo em malha de 2 mm (C), subamostra de 10 cm<sup>3</sup> (D) e determinação da condutividade elétrica do solo com condutivímetro de bancada mCA150 Tecnal<sup>®</sup> (E).

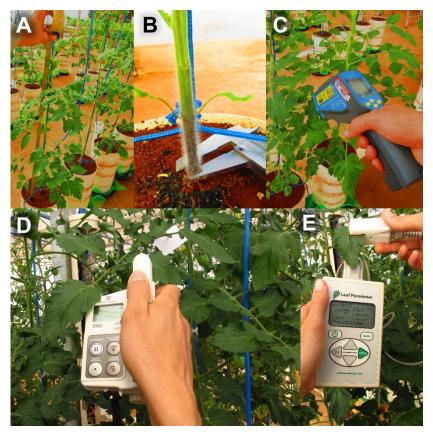
O pH do solo foi determinado conforme metodologia da Embrapa (1997), com 25 cm³ de solução de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) a 0,01 M para 10 cm³ de solo. As leitura foram realizadas em pHmetro de bancada da Tecnal<sup>®</sup>.

A condutividade elétrica do solo foi determinada conforme Abreu Junior et al. (2000), utilizando a relação de 1:1 v/v (10 cm³ de terra + 10 cm³ água destilada) e leitura após uma hora de repouso e cinco minutos de agitação vigorosa em condutivímetro de bancada mCA150 Tecnal® (Figura 16E).

## 3.9.2 Variáveis relacionadas as plantas

Foi avaliado a altura de planta com trena, diâmetro de caule com o paquímetro analógico, número de folhas, temperatura foliar com termômetro infravermelho no horário das 11:00 às 12:00 e índice de clorofila com clorofilômetro Minolta (SPAD) aos 30, 60 e 90 dias após o transplantio das mudas, respectivamente (Figura 17A, B, C e D). A condutância estomática foi determinada aos 60 dias após o transplantio com porômetro foliar Decagon<sup>®</sup> SC-1 no horário das 7:30 às 10:00 (Figura 17E). A

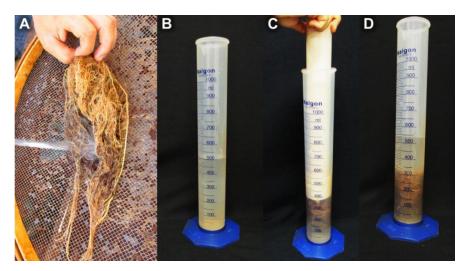
temperatura foliar, o índice de clorofila e a condutância estomática foram determinados na quarta folha a partir do ápice (MALAVOLTA et al., 1997).



**Figura 17.** Altura de planta com trena (A), diâmetro de caule com paquímetro digital (B), temperatura foliar com termômetro infravermelho (C), índice de clorofila com clorofilômetro (D) e condutância estomática com porômetro (E) em plantas de tomate cereja BRS Iracema.

Durante o ciclo da cultura foi avaliado dia de abertura da primeira flor, o número de flores e a porcentagem de aborto de flores. No final do ciclo da cultura, as plantas foram cortadas rente ao solo para separar a parte aérea do sistema radicular.

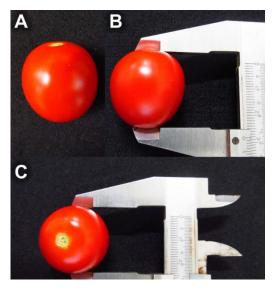
A parte aérea foi dividida em folhas e caule. As raízes foram lavadas em água corrente em peneiras com malhas de 2 mm e determinado o volume de raízes pela variação de volume, com a imersão das raízes na água em proveta com um volume conhecido (Figura 18). As biomassas foram secas em estufas de circulação forçada a 65 °C até atingirem massa constante para determinar as massas seca das folhas, caule, parte aérea (folhas + caule) e raízes.



**Figura 18.** Lavagem das raízes em água corrente com peneira de malha de 2 mm (A), proveta com volume conhecido (B), imersão das raízes na proveta (C) e raízes imersas na água e observação da variação do volume (D).

## 3.9.3 Variáveis relacionadas aos frutos

Foram avaliadas o número de flores totais, número de flores por cacho, número de flores abortadas, número de frutos por planta, número de cachos, número de frutos por cacho e número de frutos totais. As características estruturais dos frutos, diâmetro longitudinal e transversal e a espessura de polpa, foram realizados com auxílio de paquímetro analógico (Figura 19).



**Figura 19.** Vista frontal do fruto de tomate cereja (A), determinação do diâmetro longitudinal (B) e transversal do fruto com auxílio do paquímetro analógico (C).

As colheitas dos frutos foram realizadas periodicamente conforme amadurecimento. A partir da massa fresca dos frutos foram determinadas a massa média por fruto e a produtividade (massa fresca total dos frutos). Os frutos foram avaliados quanto à qualidade pelas características de sólidos solúveis totais (SST) determinado pelo uso de refratômetro portátil, acidez titulável total (ATT) por titulometria, sua relação (SST/ATT) e vitamina C por titulometria conforme método Pregnolatto & Pregnolatto (1985).

## 3.9.4 Consumo e eficiência no uso da água

O consumo de água foi considerado desde o transplantio das mudas até o final do ciclo da cultura, obtido pelo acumulado das lâminas aplicadas por unidade experimental. A eficiência no uso da água foi obtida pela relação da produtividade dos frutos pelo consumo de água.

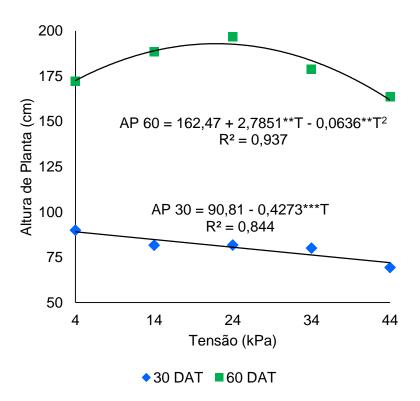
## 3.10 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, e quando significativa a interação foi realizado estudo de superfície de resposta, ou ajuste a modelo linear ou quadrático de regressão quando houve significância isolada por fator, com auxílio do *Statistical Analysis System* (SAS, 1996).

# 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 4.1 Altura de planta

As avaliações de altura de planta do tomateiro cereja aos 30 e 60 dias após o transplantio apresentaram significância isolada para a disponibilidade hídrica, com ajuste ao modelo linear e quadrático de regressão, respectivamente. A maior altura de planta (193 cm) aos 60 dias após o transplantio foi observada na disponibilidade hídrica de 22 kPa apresentou (Figura 20). A altura de plantas aos 110 dias após o transplantio não apresentou diferença significativa para as disponibilidades hídricas e doses de potássio, devido a limitação estabelecida pelo sistema de tutoramento de dois metros.



**Figura 20.** Altura de planta em tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo aos 30 e 60 dias após o transplantio de mudas. AP - Altura de planta; T- Tensão de água no solo. \*\* e \*\*\* significativo a 1 e 0,1%, respectivamente.

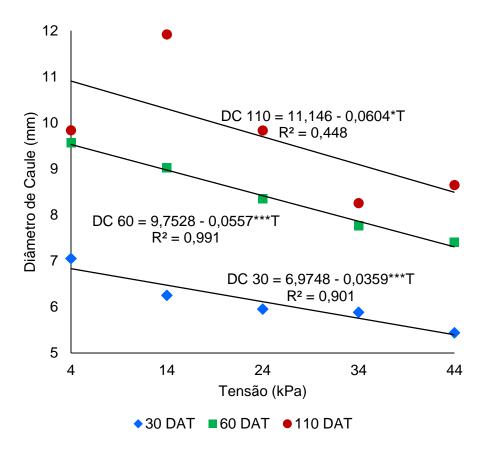
Aos 30 dias após o transplantio observa-se que o maior crescimento ocorreu com a maior disponibilidade hídrica, na tensão de água no solo de 4 kPa. De acordo com Taiz & Zeiger (2013), em condições de excesso hídrico ocorre o aumento da indução do alongamento e da divisão celular pelas giberelinas, no entanto, ocasiona a elevação do consumo de reservas de carboidratos da planta, que posteriormente reduz o crescimento, como observado aos 60 dias após o transplantio, onde a maior disponibilidade hídrica (4 kPa) apresentou altura de planta menor do que na tensão de água no solo de 22 kPa. Contudo, possivelmente o déficit hídrico pode reduzir a indução do crescimento pelas giberelinas, justificando a menor altura de plantas no tratamento com tensão de água no solo de 44 kPa aos 30 e 60 dias após o transplantio.

Macêdo & Alvarenga (2005) estudaram o tomateiro híbrido Bônus F1 sob lâminas de água e fertirrigação potássica e observaram para a altura de plantas significância isolada para as lâminas de água, com maior crescimento com o aumento das lâminas de água.

Santana et al. (2010) trabalharam com lâminas de água no cultivo do tomateiro cultivar hibrido Andréa em Latossolo Vermelho distroférrico, observaram comportamento semelhante a avaliação aos 60 dias após o transplantio do presente trabalho, o excesso e o déficit hídrico, de 190 e 70% da reposição de água no solo, respectivamente, promoveram as menores alturas de plantas. Bogale et al. (2016) trabalharam com duas cultivares de tomate com substrato de turfa e areia (1:1) sob condições de déficit hídrico (50% da lâmina total) e observaram redução da altura de planta com a diminuição da disponibilidade hídrica.

#### 4.2 Diâmetro de caule

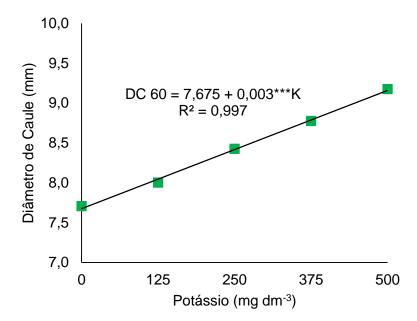
O diâmetro de caule apresentou diferença significativa isolada para as disponibilidades hídrica aos 30, 60 e 110 dias após o transplantio e para as doses de potássio aos 60 dias após o transplantio. Para as disponibilidades hídricas houve ajuste ao modelo linear de regressão decrescente em todas as avaliações (Figura 21).



**Figura 21.** Diâmetro de caule de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo aos 30 e 60 dias após o transplantio de mudas (DAT). DC - Diâmetro de caule; T- Tensão de água no solo. \* e \*\*\* significativo a 5 e 0,1%, respectivamente.

Em relação a disponibilidade hídrica, houve correlação com Candido et al. (2015) que observaram no tomateiro sob lâminas de água, o redução do diâmetro do caule com a diminuição da lâmina de água.

Para a adubação potássica aos 60 dias após o transplantio houve ajuste ao modelo linear de regressão para o diâmetro de caule, apresenta aumento do diâmetro conforme com o incremento das doses de potássio (Figura 22).



**Figura 22.** Diâmetro de caule de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio aos 60 dias após o transplantio de mudas. DC - Diâmetro de caule; K-Potássio. \*\*\* significativo a 0,1%.

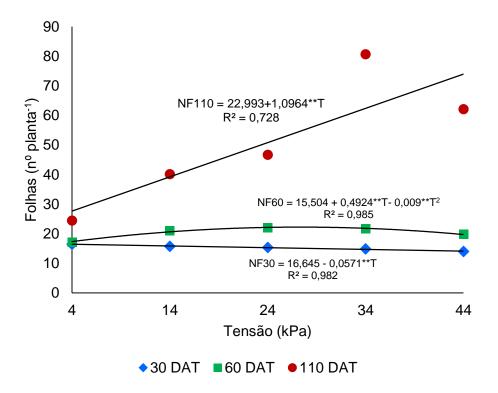
Os resultados de diâmetro do caule são concordante com Kanai et al. (2011), que observaram redução do diâmetro de plantas de tomate sob condições de deficiência de potássio.

O caule bem desenvolvido reflete nas demais estruturas das plantas por sustentarem os órgãos fotossintéticos e reprodutivos no meio mais adequado para desempenharem suas funções, além de manterem os sistemas vasos condutores, que possibilitam a comunicação fonte-dreno, por exemplo (WINTER, 1986), portanto um maior diâmetro de caule pode estar relacionado com um maior conjunto de vasos condutores e capacidade de sustentar maiores cargas mecânicas.

#### 4.3 Número de folhas

As avaliações número de folhas apresentaram significância isolada para as disponibilidades hídricas aos 30, 60 e 110 dias após o transplantio e para as doses de potássio aos 30 e 60 dias após o transplantio. Para a disponibilidade aos 30 dias após o transplantio houve ajuste ao modelo linear de regressão, com redução do

número de folhas de 14% com o incremento da tensão do solo até o limite do intervalo experimental (44 kPa). Aos 60 dias após o transplantio, a maior quantidade de folhas (22) foi observada na disponibilidade hídrica de 27 kPa. Para a disponibilidade hídrica aos 110 dias após o transplantio houve ajuste ao modelo linear de regressão, com o maior número de folhas (71) na tensão de 44 kPa apresentou (Figura 23).



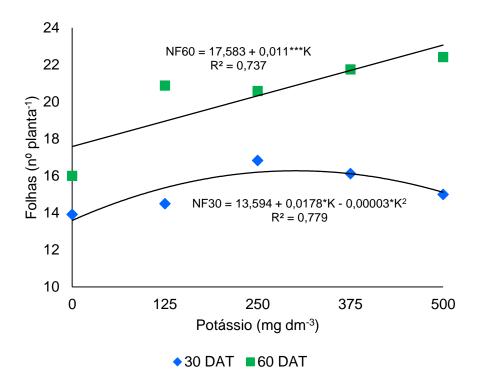
**Figura 23.** Número de folhas de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo aos 30, 60 e 110 dias após o transplantio de mudas (DAT). NF - Número de folhas; T- Tensão de água no solo. \*\* significativo a 1%.

Em relação a avaliação aos 30 dias após o transplantio o comportamento das plantas corroboram com os resultados observados por Morales et al. (2015), que observaram redução do número de folhas do tomateiro com a redução da disponibilidade hídrica.

No entanto, os resultados da avaliação aos 110 dias após o transplantio não corroboram com as demais avaliações, possivelmente a redução da disponibilidade hídrica promoveu o encurtamento dos internódios a partir do florescimento e

frutificação, uma vez que os principais drenos passaram a ser os frutos. Com a redução dos internódios as plantas aumentaram o número de folhas até alcançarem o limite do tutoramento.

Para as doses de potássio aos 30 dias após o transplantio o número de folhas apresentou ajuste ao modelo quadrático de regressão, com o maior número de folhas (17) na dose de potássio de 297 mg dm<sup>-3</sup>. Aos 60 dias após o transplantio apresentou ajuste ao modelo linear de regressão, com aumento do número de folhas com o incremento das doses de potássio (Figura 24).

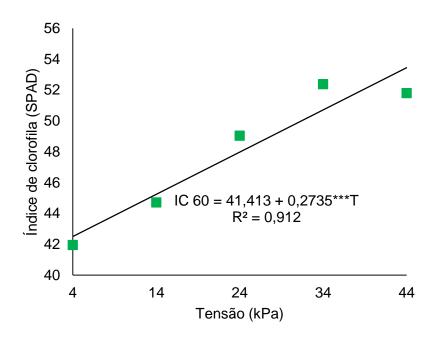


**Figura 24.** Número de folhas de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio aos 30 e 60 dias após o transplantio de mudas (DAT). NF - Número de folhas; K- Potássio. \*\*\* e \* significativo a 0,1 e 5%, respectivamente.

O aumento do número de folhas em função do aumento da adubação potássica apresentou comportamento semelhante ao índice de clorofila e massa seca de folhas, demonstrando que o aumento das doses de potássio possibilita uma maior capacidade fotossintética refletindo em maior produção de fotoassimilados, que ocasionou o aumento dos componentes produtivos do tomateiro.

## 4.4 Índice de clorofila

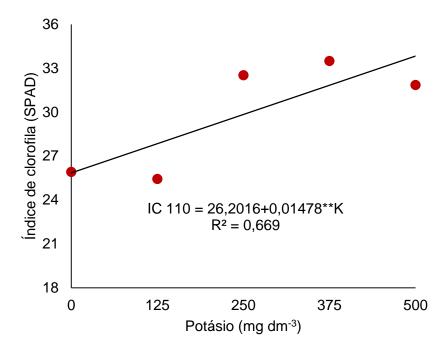
O índice de clorofila apresentou diferença significativa para as disponibilidade hídricas aos 60 dias após o transplantio e para as doses de potássio aos 110 dias após o transplantio. Para a disponibilidade hídrica aos 60 dias após o transplantio houve ajuste ao modelo linear de regressão, com o maior índice (53) na tensão de 44 kPa, com incremento de 20% em relação a tensão de 4 kPa (Figura 25).



**Figura 25.** Índice de clorofila de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo aos 60 dias após o transplantio de mudas. IC - Índice de clorofila; T- Tensão de água no solo. \*\*\* significativo a 1%.

Fontes & Araújo (2006) observaram a viabilidade do uso do índice de clorofila por meio do clorofilômetro SPAD como ferramenta para avaliar o requerimento nutricional, e recomendam o uso dessa metodologia não destrutiva.

Para as doses de potássio aos 110 dias após o transplantio, o índice de clorofila apresentou ajuste ao modelo linear de regressão. O maior índice (34) foi observado na dose de potássio de 500 mg dm<sup>-3</sup>, com um incremento de 23% quando comparado com a ausência da adubação potássica (Figura 26).



**Figura 26.** Índice de clorofila de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio aos 60 dias após o transplantio de mudas. IC - Índice de Clorofila; K-Potássio. \*\* significativo a 1%.

Os resultados corroboram com os observados Ahmad et al. (2014), que observaram para diferentes cultivares de *Brassica juncea* sob deficiência de potássio redução de até 44% na concentração de clorofila total nas folhas, que ocasiona uma diminuição da atividade fotossintética reduzindo a produção de fotoassimilados e consequentemente nas características produtivas do tomateiro.

## 4.5 Temperatura foliar e condutividade estomática

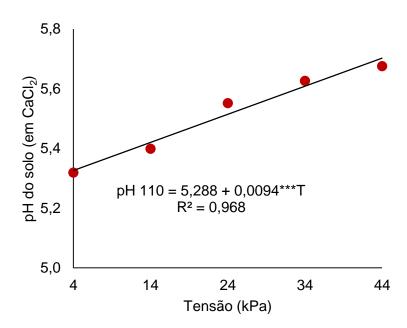
A temperatura foliar e a condutividade estomática não apresentaram diferença significativa para as disponibilidades hídricas e doses de potássio. No entanto, são variáveis que apresentam grande dependência ambiental, tendo possivelmente a variação ao longo do experimento significativa influência.

## 4.6 Condutividade elétrica e pH do solo

Para a condutividade elétrica do solo não houve diferença significativa para as disponibilidades hídricas e doses de potássio para nenhuma das avaliações.

Por sua vez, o pH apresentou significância para a avaliação aos 60 e 110 dias após o transplantio. Na avaliação aos 60 dias houve diferença significativa isolada para as doses de potássio e aos 110 dias houve significância isolada para as disponibilidades hídricas e doses de potássio.

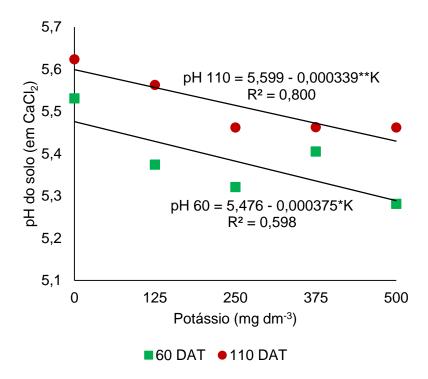
Para as disponibilidades hídricas houve ajuste ao modelo linear de regressão, a tensão de 44 kPa apresentou o maior pH do solo (5,7), enquanto que a tensão de 4 kPa a menor (5,3) (Figura 27).



**Figura 27.** pH do solo no cultivo de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo aos 110 dias após o transplantio de mudas em Latossolo Vermelho distrófico. T- Tensão de água no solo. \*\*\* significativo a 0,1%.

O pH do solo foi reduzido pela maior disponibilidade de água devido ao comportamento inverso da massa seca da parte aérea, que indica que houve maior absorção de nutrientes, que ocorre pela liberação de prótons (H<sup>+</sup>) para o meio externo pelas raízes (MALAVOLTA, 2005).

As doses de potássio apresentaram ajuste ao modelo linear de regressão, com redução dos valores de pH com aumento das doses de potássio nas duas avaliações. Na ausência da adubação potássica os valores de pH (5,5 e 5,6) foram maiores do que na dose de potássio de 500 mg dm<sup>-3</sup> (5,3 e 5,4) nas avaliações de 60 e 110 dias após o transplantio, respectivamente (Figura 28).

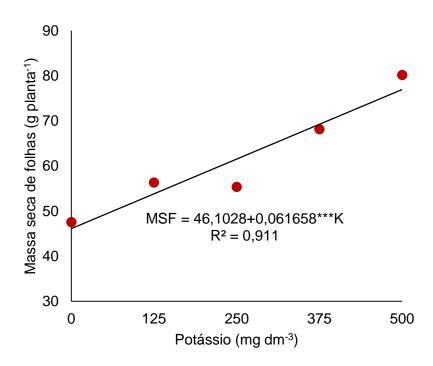


**Figura 28.** pH do solo no cultivo de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio aos 60 e 110 dias após o transplantio de mudas em Latossolo Vermelho distrófico. K- Potássio. \* e \*\* significativo a 5 e 1%, respectivamente.

O aumento da acidez do solo em função das doses de potássio, pode estar relacionado com o processo de absorção do nutriente, no qual segundo Malavolta (2005) ocorre liberação de prótons (H+) para o meio externo para absorção do potássio pelas raízes. Portanto, a maior disponibilidade de potássio pode ter estimulado sua maior absorção pelas raízes.

#### 4.7 Massa seca de folhas

A massa seca de folhas apresentou significância isolada para as doses de potássio. Houve ajuste ao modelo linear de regressão, com a maior produção de folhas (77 g planta<sup>-1</sup>) na dose de potássio de 500 mg dm<sup>-3</sup>, com incremento de 40% em relação a ausência da adubação potássica (Figura 29).



**Figura 29.** Massa seca de folhas de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. MSF – Massa seca de folhas; K- Potássio. \*\*\* significativo a 0,1%.

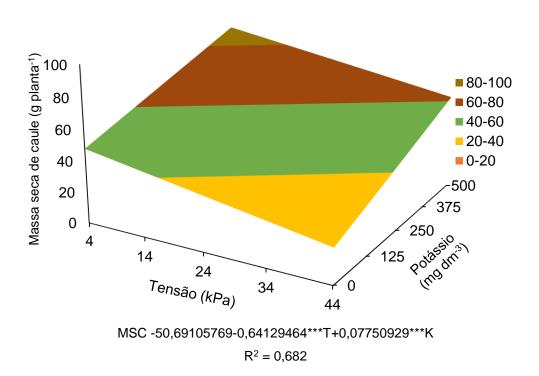
Melo et al. (2014) observaram aumento da massa seca de folhas do tomateiro com a elevação dos níveis de potássio na solução nutritiva em sistema hidropônico. Kanai et al. (2011) observaram redução da massa de folhas de plantas de tomate em situação de deficiência de potássio.

A ausência da adubação potássica reduz a produção de folhas devido a mudanças fisiológicas que são influenciadas pelo potássio. De acordo com Sung et al. (2015), que avaliaram o desenvolvimento inicial do tomateiro, devido as funções do potássio na síntese, conversão e alocação dos metabólitos, a sua deficiência

mineral reduz nas folhas a concentração de carboidratos, aminoácidos e ácidos orgânicos, nos quais estão relacionados diretamente com os componentes energéticos das plantas.

#### 4.8 Massa seca de caule

A massa seca de caule apresentou interação significativa entre a disponibilidade hídrica e as doses de potássio. A superfície de resposta significativa apresentou na disponibilidade hídrica de 4 kPa e a dose de potássio de 500 mg dm<sup>-3</sup> a maior massa seca da caule (87 g planta<sup>-1</sup>), obtendo um incremento de 74% quando comparada com a combinação de 44 kPa e ausência da adubação potássica (Figura 30).



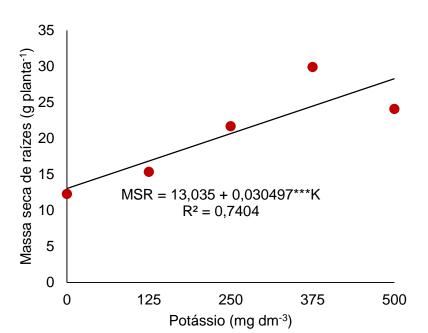
**Figura 30.** Massa seca de caule de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidade hídricas e doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. MSC - Massa seca de caule; K- Potássio. \*\*\* significativo a 0,1%.

Em relação a disponibilidade hídrica, observa-se correlação com Zhang et al. (2016) observaram para o tomateiro sob lâminas de água, o aumento da massa seca de caule com o aumento da lâmina de água e também com Bowles et al. (2016), que trabalharam com tomate em condição de déficit observaram que houve redução da massa seca de caule. Por sua vez, Kanai et al. (2011), em condição de deficiência de potássio, observaram redução da massa de caule de plantas de tomate.

Segundo Winter (1986), o caule é importante por sustentar os órgãos fotossintéticos e reprodutivos e os vasos condutores, que são responsáveis pela troca de água, nutrientes minerais e fotoassimilados entre essas estruturas e as raízes.

#### 4.9 Massa seca de raízes e volume de raízes

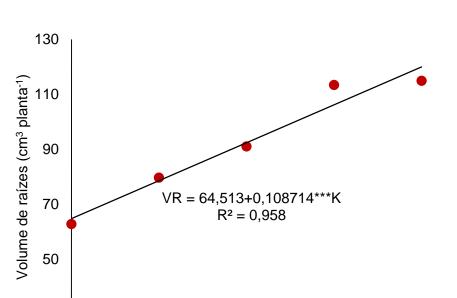
A massa seca de raízes apresentou diferença significativa isolada para as doses de potássio. Houve ajuste ao modelo linear de regressão, com a maior produção (28,3 g planta<sup>-1</sup>) de raízes na dose de potássio de 500 mg dm<sup>-3</sup>, obtendo um incremento de 54% quando comparado com a ausência da adubação potássica (Figura 31).



**Figura 31.** Massa seca de raízes de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. MSR - Massa seca de raízes; K- Potássio. \*\*\* significativo a 0,1%.

Os resultados correlacionam com Melo et al. (2014) que observaram aumento da massa seca de raízes do tomateiro com a elevação dos níveis de potássio na solução nutritiva em sistema hidropônico. E também com Kanai et al. (2011), que observaram redução da massa de raízes de plantas de tomate em situação de deficiência do nutriente.

Para o volume de raízes houve diferença significativa isolada para as doses de potássio, com ajuste ao modelo linear de regressão. O maior volume de raízes (119 cm³ planta⁻¹) foi observado na dose de potássio de 500 mg dm⁻³, com incremento de 54% em relação a ausência da adubação potássica (Figura 32).



**Figura 32.** Volume de raízes de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. VR - Volume de raízes; K- Potássio. \*\*\* significativo a 0.1%.

250

Potássio (mg dm<sup>-3</sup>)

375

500

125

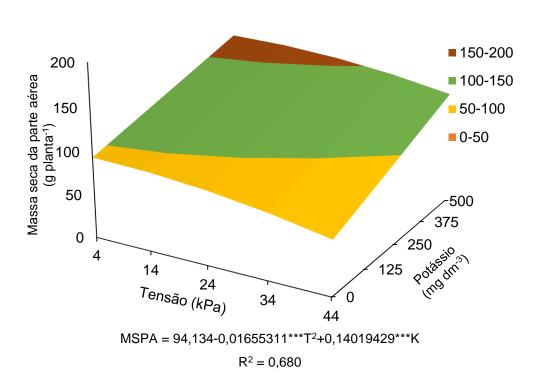
Segundo Winter (1984) o sistema radicular bem desenvolvido confere para planta maior absorção de água e nutrientes possibilitando um aumento dos componentes produtivos da planta. Portanto, com o aumento da adubação potássica há maior volume de raízes do tomateiro, representando uma maior capacidade de sustentação da parte aérea possibilitando uma maior produção.

## 4.10 Massa seca da parte aérea

30

0

Houve interação significativa entre a disponibilidade hídrica e doses de potássio para a massa seca da parte aérea. A superfície de resposta significativa apresenta maior massa seca da parte aérea (164 g planta-1) na disponibilidade hídrica de 4 kPa combinada com a dose de potássio de 500 mg dm-3, obtendo um incremento de 62% quando comparada com a combinação de 44 kPa e ausência da adubação potássica (Figura 33).



**Figura 33.** Massa seca da parte aérea de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. MSPA - Massa seca da parte aérea; K- Potássio. \*\*\* significativo a 0,1%.

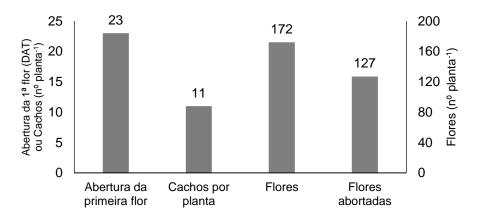
Em relação a disponibilidade hídrica, observa-se correlação com Candido et al. (2015) que observaram no tomateiro sob lâminas de água, o aumento da massa seca da parte aérea com o aumento da lâmina de água e também com Bowles et al. (2016), que estudaram o tomateiro em condição de déficit constataram redução da massa seca da parte aérea. Por sua vez, Kanai et al. (2011), que observaram redução da massa da parte aérea de plantas de tomate sob deficiência de potássio.

Uma maior parte aérea representa para as plantas o aumento da capacidade de síntese, armazenamento e transporte de fotoassimilados para atender a demanda dos drenos como o crescimento vegetal e principalmente a formação dos frutos (TAIZ & ZEIGER, 2013).

## 9 60

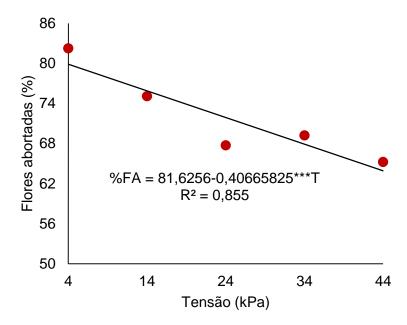
# 4.11 Abertura da primeira flor, número de cachos, total de flores, flores abortadas e porcentagem de flores abortadas

A abertura da primeira flor, o número de cachos, o total de flores e as flores abortadas não apresentaram diferença significativa para as disponibilidades hídricas e doses de potássio (Figura 34), podendo ser variáveis mais dependentes dos genótipos ou dos sistemas de produção.



**Figura 34.** Valores médios observados no experimento para as variáveis abertura da primeira flor, número de cachos por planta, número total de flores e flores abortadas que não apresentaram significância para os fatores estudados. DAT - Dias após o transplantio.

A porcentagem de flores abortadas apresentou significância para as disponibilidades hídricas, com ajuste ao modelo linear de regressão. A menor porcentagem de abortos (64%) foi observada na tensão de 44 kPa, uma redução de 25% em relação a disponibilidade 4 kPa (Figura 35).

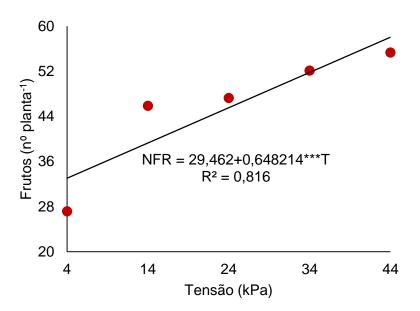


**Figura 35.** Porcentagem de flores abortadas de plantas de tomate cereja BRS lracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. %FA - Flores abortadas; T- Tensão de água no solo. \*\*\* significativo a 0,1%.

A porcentagem de flores abortadas de maneira geral foi elevada. Segundo Noda & Machado (1992) as flores do tomateiro são abortadas principalmente pela ausência de polinização, que no ambiente protegido é limitada pela redução do vento, no qual ocasiona vibração das flores para a liberação do pólen. Por sua vez, para Alvarenga (2013), afirma que a temperatura ideal para o florescimento e pegamento dos frutos é no máximo até 24°C, sendo que no presente estudo as temperatura média foi de 27,7°C.

### 4.12 Número de frutos

O número de frutos apresentou diferença significativa isolada para as disponibilidades hídricas e doses de potássio. Para as disponibilidades hídricas houve ajuste ao modelo linear de regressão, com a maior quantidade de frutos (58) observada na tensão de 44 kPa, com um incremento de 45% quando comparado com a tensão de 4 kPa (Figura 36).

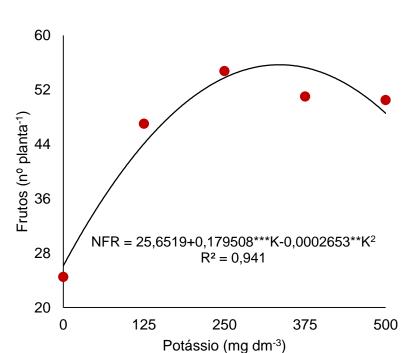


**Figura 36.** Número de frutos de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. NFR - Número de frutos; T- Tensão de água no solo. \*\*\* significativo a 0,1%.

A aumento do número de frutos com o aumentam da tensão de água no solo contradiz com o encontrado na literatura. Por exemplo, Santana et al. (2010) que observaram diminuição na quantidade de frutos com o aumento das lâminas de água aplicadas no tomateiro da cultivar Andréa.

De acordo com Rocha et al. (2010), o número de frutos que cresce em uma planta depende entre outros fatores do aborto de flores, estando no presente estudo o aumento do número de frutos por planta correlacionando com a redução da porcentagem de flores abortadas. No entanto, um maior número de frutos em excesso não necessariamente correlaciona com uma crescente produtividade, uma vez que aumenta a quantidade de drenos por fotoassimilados, requerendo que a planta apresente boa nutrição para manter um rápido desenvolvimento dos frutos.

Por sua vez, para a adubação potássica houve ajuste ao modelo quadrática de regressão para o número de frutos. A maior quantidade de frutos (56) foi observada na dose de potássio de 338 mg dm<sup>-3</sup> observou-se, obtendo um incremento de 54% em relação a ausência da adubação potássica (Figura 37).

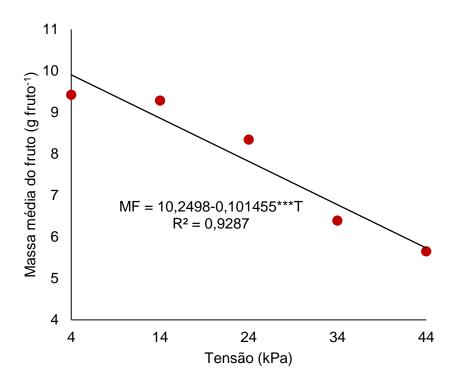


**Figura 37.** Número de frutos de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. NFR - Número de frutos; K - Potássio. \*\*\* significativo a 0,1%.

O maior número de frutos com o aumento da adubação potássica pode estar relacionado com as funções de transporte de açúcares, aminoácidos e ânions orgânicos pelo floema das folhas e caule para os frutos (MENGEL & VIRO, 1974), sendo possível atender uma maior quantidade de drenos promovendo um melhor pegamento dos frutos do tomateiro.

#### 4.13 Massa média do fruto

A massa média do fruto apresentou significância isolada para as disponibilidades hídricas, com ajuste ao modelo linear de regressão. A maior massa média (9,84 g fruto<sup>-1</sup>) foi observada na disponibilidade de 4 kPa, com incremento de 41% quando comparada com a disponibilidade de 44 kPa (Figura 38).



**Figura 38.** Massa média do fruto de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. MF - Massa média de fruto; T- Tensão de água no solo. \*\*\* significativo a 0,1%.

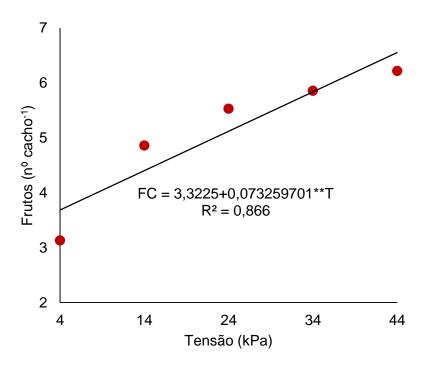
Os resultados de massa por fruto correlacionam com Candido et al. (2015) que para o tomateiro observaram o aumento da massa fresca do fruto com o aumento da lâmina de água. Bogale et al. (2016), que trabalharam em condições de déficit hídrico para duas cultivares de tomate, observaram redução da massa por fruto com a diminuição da disponibilidade hídrica.

Para o tomate cereja o consumidor nem sempre opta pelos frutos maiores devido aos seus usos específicos, eles tendem a observar mais a uniformidade do lote em relação a cor e tamanho. No entanto, para o produtor é necessário um maior número de frutos para uma maior produtividade.

## 4.14 Número de frutos por cacho

O número de frutos por cacho apresentou significância isolada para as disponibilidades hídricas, com ajuste ao modelo linear de regressão. Com o maior

número de frutos por cacho (6,5) observado na tensão de 44 kPa, havendo um incremento de 44% quando comparado com a disponibilidade de 4 kPa (Figura 39).



**Figura 39.** Número de frutos por cacho de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. FC - Número de frutos por cacho; T- Tensão de água no solo. \*\* significativo a 1%.

Os resultados do número de frutos por cacho se apresenta inversamente proporcional a massa média do fruto. De acordo com Rocha et al. (2010), o maior número de frutos por cacho resulta numa maior quantidade de drenos por fotoassimilados sendo possível redução do tamanho e massa dos frutos.

## 4.15 Diâmetro transversal e longitudinal e índice de formato dos frutos

O diâmetro transversal dos frutos apresentou diferença significativa isolada para as disponibilidade hídricas. Houve ajuste ao modelo linear de regressão, o maior diâmetro (24,1 mm) foi observado na disponibilidade hídrica de 4 kPa, obtendo um incremento de 18% em relação a tensão de 44 kPa (Figura 40).



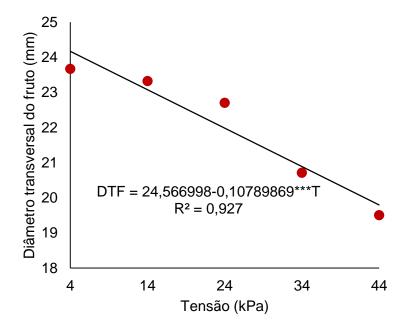


Figura 40. Diâmetro transversal do fruto de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. DTF -Diâmetro transversal do fruto; T- Tensão de água no solo. \*\*\* significativo a 0,1%.

A redução do diâmetro transversal do tomate com diminuição da água disponível, também foi observada por Soares et al. (2011), Soares et al. (2013) e Candido et al. (2015), que trabalharam com tomate sob lâminas de água.

Para o diâmetro longitudinal dos frutos houve diferença significativa isolada para as disponibilidades hídricas, com ajuste ao modelo linear de regressão, com o maior diâmetro (25,3 mm) observado na disponibilidade de 4 kPa, com um incremento de 16% quando comparado com a disponibilidade de 44 kPa (Figura 41).



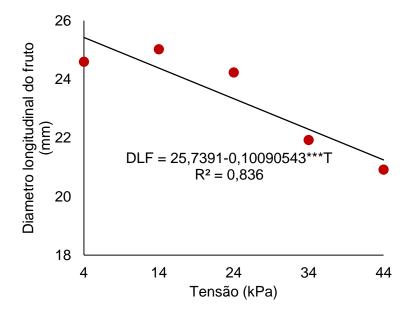


Figura 41. Diâmetro longitudinal do fruto de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. DLF -Diâmetro longitudinal do fruto; T- Tensão de água no solo. \*\*\* significativo a 0,1%.

Soares et al. (2011) trabalharam com a cultivar Nemadouro sob lâminas de água e também observaram uma redução do diâmetro longitudinal do tomate com diminuição da água disponível.

No caso do tomate cereja, o tamanho pode não ser o principal critério adotado pelo consumidor no momento da compra, uma vez que normalmente a venda é realizada em embalagens diferenciadas, onde o consumidor não faz a escolha individual de cada fruto, como acontece com os outros grupos do fruto. Portanto, critérios de uniformidade do lote contido na embalagem possivelmente são mais adotados.

Segundo Chevalier et al. (2011), o tamanho dos frutos de tomateiro depende da taxa e duração do crescimento celular. Considerando que a disponibilidade hídrica influencia diretamente os processos fisiológicos das plantas, justifica a redução do tamanho dos frutos com o aumento da tensão de água no solo, que correlacionam com a redução da massa média do fruto.

No presente estudo, a variável número de frutos por vaso se apresenta inversamente proporcional ao tamanho dos frutos em relação a disponibilidade hídrica. Com o aumento do número de frutos a planta aumentou a quantidade de

"drenos" para atender a demanda por carboidratos e nutrientes minerais, consequentemente reduziu o tamanho dos frutos, uma vez que o aumento da tensão de água no solo restringe a absorção de água e nutrientes, além de possivelmente reduzir o fluxo da seiva elaborada (TAIZ & ZEIGER, 2013).

O índice de formato do fruto não apresentou diferença significativa para as disponibilidades hídricas e doses de potássio, sendo uma características mais dependente do genótipo utilizado do que dos fatores estudados no presente estudo.

## 4.16 Espessura de polpa

A espessura de polpa apresentou significância isolada para as disponibilidades hídricas, com ajuste ao modelo linear de regressão. A maior espessura de polpa dos frutos (3,9 mm) foi observada na disponibilidade de 4 kPa, com incremento de 18% quando comparada com a disponibilidade de 44 kPa (Figura 42).

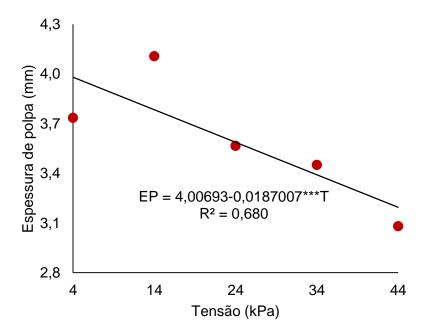


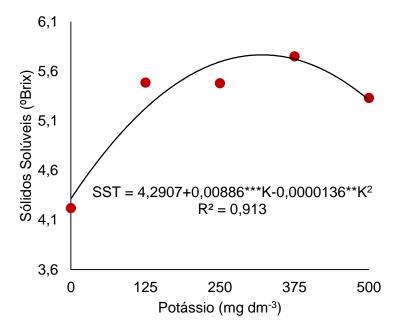
Figura 42. Espessura de polpa de frutos de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. EP - Espessura de polpa; T- Tensão de água no solo. \*\*\* significativo a 0,1%.

Resultados semelhantes foram encontrados por Soares et al. (2013), que observaram para a cultivar de tomate Super Marmande a redução da espessura de polpa com irrigação em déficit em relação a evapotranspiração da cultura.

A espessura de polpa dos frutos é relevante por contribuir com uma maior massa por fruto. Contudo, Resende et al. (2004) destacam também que tomates com maior espessura de polpa propicia frutos com maior firmeza, que reflete em maior tempo de prateleira, reduzindo possíveis desperdícios devido a perecibilidade do produto.

# 4.17 Sólidos solúveis totais (SST), Acidez titulável total (ATT) e Relação SST/ATT

Os sólidos solúveis totais apresentou diferença significativa isolada para as doses de potássio, com ajuste ao modelo quadrático de regressão, com a maior concentração de sólidos solúveis (5,7ºBrix) na dose de potássio de 326 mg dm<sup>-3</sup>, atingindo um incremento de 25% em relação a ausência da adubação potássica (Figura 43).

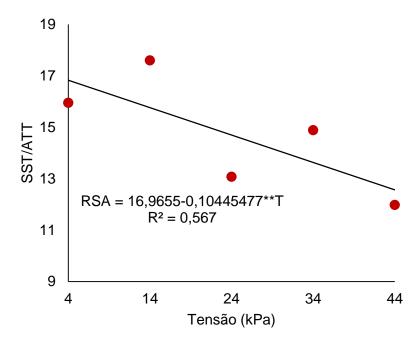


**Figura 43.** Sólidos solúveis totais de fruto de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. SS - Sólidos Solúveis; K - Potássio. \*\* e \*\*\* significativo a 1 e 0,1%, respectivamente.

O aumento dos sólidos solúveis nos frutos com o aumento da adubação potássica, ocorre pelo transporte de sacarose no floema, que é favorecida pelo potássio, que potencializa seu transporte das folhas para os frutos, atendendo a relação fonte-dreno (KRAUSS, 2005).

A acidez titulável total não apresentou diferença significativa para as disponibilidades hídricas e doses de potássio, a média da acidez foi de 0,38 g ácido cítrico/100 ml de suco.

No entanto, a relação SS/AT apresentou diferença significativa isolada para a disponibilidade hídrica com ajuste ao modelo linear de regressão. A maior relação (16,5) foi observada na disponibilidade de 4 kPa, havendo um incremento de 25% quando comparada com a disponibilidade de 44 kPa (Figura 44).



**Figura 44.** Relação SST/ATT de fruto de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. RSA - Relação SST/ATT; T- Tensão de água no solo. \*\* significativo a 1%.

De acordo com Monteiro et al. (2008) uma relação SST/ATT elevada indica que os frutos de tomate apresentam uma combinação de açúcar e ácido que se correlacionam com sabor suave, se sobressaindo no paladar os açucares. No entanto, a preferência do consumidor pode estar relacionada com as finalidades dadas ao tomate cereja, pois tem pratos que para agradar o paladar, considerando o tomate juntamente com outros ingredientes, a preferência seja por frutos com sabores mais marcantes.

## 4.18 Vitamina C

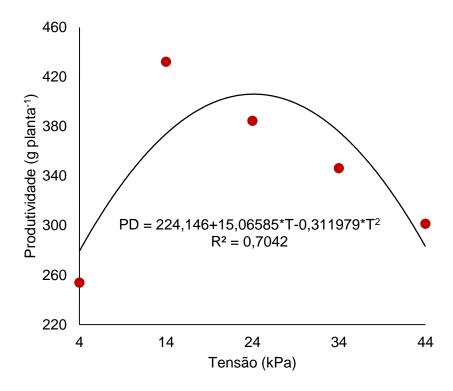
A concentração de vitamina C dos frutos de tomate cereja não apresentou diferença significativa para as disponibilidades hídricas e doses de potássio. A média da vitamina C foi de 27,5 mg/100 g. Contudo, no presente estudo a cultivar de

tomate cereja BRS Iracema apresentou maior concentração de vitamina C do que de outras cultivares e variedades.

Soares et al. (2013) encontraram para a cultivar Super Marmande concentração de vitamina C entre 9 a 14 mg/100 g de polpa. Zhang et al. (2016) observaram para o tomate de processamento cultivar Tunhe valores de vitamina C de 10 a 15 mg/100 g de polpa. Bogale et al. (2016) observaram para cultivar Matina cerca de 2 mg/100 g de polpa e para a cultivar Cochoro valores de 3 a 8 mg/100 g de polpa, demonstrando que é normal a variabilidade da vitamina C em relação ao genótipo utilizado.

#### 4.19 Produtividade

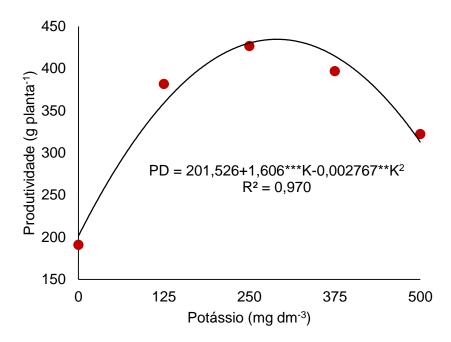
A produtividade de tomate cereja apresentou diferença significativa isolada para a disponibilidade hídrica e as doses de potássio, ambos com ajuste ao modelo quadrático de regressão. A maior produção de frutos (406 g planta-1) foi observada na disponibilidade hídrica de 24 kPa houve com incremento de 31% quando comparado com a disponibilidade de 4 kPa (Figura 45).



**Figura 45.** Produtividade de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. PD - Produtividade; T- Tensão de água no solo. \* significativo a 5%.

Em relação à produtividade, Santana et al. (2010) e Zhang et al. (2016) observaram para o tomateiro sob lâminas de água um comportamento semelhante ao presente estudo, onde o estresse hídrico seja pelo excesso ou déficit reduzem o potencial produtivo. Corroborando também com Kuşçu et al. (2014), Candido et al. (2015), Bogale et al. (2016) e Bowles et al. (2016), que trabalharam com tomate em condição de déficit observaram que houve redução da produtividade.

Para a adubação potássica, a maior produtividade (434 g planta<sup>-1</sup>) foi observada na dose de potássio de 290 mg dm<sup>-3</sup>, obtendo incremento de 54% em relação a ausência da adubação potássica (Figura 46).



**Figura 46.** Produtividade de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. PD - Produtividade; K - Potássio. \*\* e \*\*\* significativo a 1 e 0,1%, respectivamente.

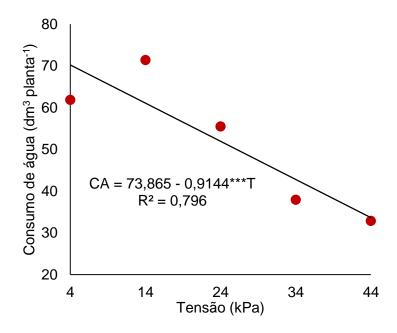
Em relação a produtividade do tomateiro, Fontes et al. (2000), trabalharam com a fertirrigação potássica no grupo Santa Clara, e observaram incrementos da produtividade até a dose de potássio de 198 kg ha<sup>-1</sup>.

O incremento da produtividade com o aumento da adubação potássica pode estar relacionada com as funções de transporte de fotoassimilados com o auxílio do potássio. Mengel & Viro (1974), observaram em plantas de tomate o efeito positivo do potássio no transporte de açucares, aminoácidos e ânions orgânicos das folhas e caule para os frutos.

### 4.20 Consumo de água

O consumo de água apresentou diferença significativa isolada para as disponibilidades hídricas e doses de potássio. Para as disponibilidades hídricas houve ajuste ao modelo linear de regressão, com o menor consumo (33,6 dm³

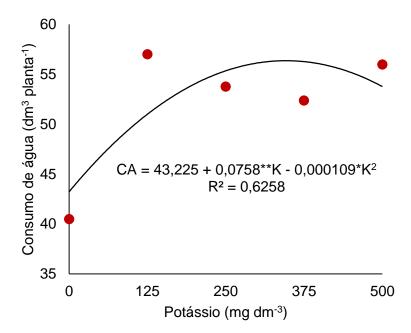
planta<sup>-1</sup>) observado na tensão de 44 kPa, com uma redução de 52% quando comparado com a tensão de 4 kPa (Figura 47).



**Figura 47.** Consumo de água de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. CA - Consumo de água; T- Tensão de água no solo. \*\*\* significativo a 0,1%.

O consumo de água correlaciona Kuşçu et al. (2014) e Zhang et al. (2016), trabalharam com o tomate sob lâminas de água e observaram aumento da evapotranspiração com a elevação da lâmina aplicada. E também com Bowles et al. (2016), que trabalharam com tomate em condição de déficit e observaram que houve redução da lamina aplicada.

Para as doses de potássio houve ajuste ao modelo quadrática de regressão para o consumo de água do tomate cereja. O maior consumo (55,3 dm³ planta-¹) foi observado na dose de potássio de 348 mg dm-³, obtendo um incremento de 22% em relação a ausência da adubação potássica (Figura 48).

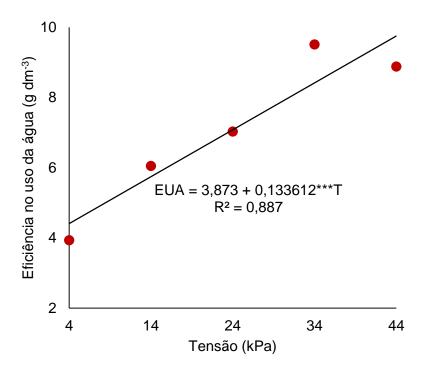


**Figura 48.** Consumo de água de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. CA - Consumo de água; K - Potássio. \* e \*\* significativo a 5 e 1%, respectivamente.

O maior consumo de água ocorre pelo maior desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das plantas de tomate cereja do aumento da adubação potássica, pois relaciona-se diretamente com a evapotranspiração da cultura. O consumo de água é de importante do ponto de vista agrícola por se tratar de um recurso limitado para a agricultura (REICHARDT & TIMM, 2012), que em muitas regiões apresenta sérios conflitos de interesse pelo recurso, como o consumo humano.

### 4.21 Eficiência no uso da água

A eficiência do uso da água do tomate cereja apresentou diferença significativa isolada para a disponibilidade hídrica e as doses de potássio. Para as disponibilidade houve ajuste ao modelo linear de regressão. A maior eficiência (9,7 g dm<sup>-3</sup>) foi observada na disponibilidade hídrica de 44 kPa houve com incremento de 55% quando comparado com a disponibilidade de 4 kPa (Figura 49).

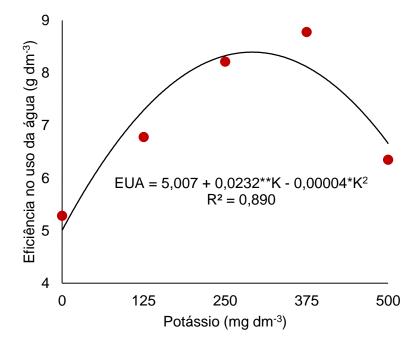


**Figura 49.** Eficiência no uso da água de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob disponibilidades hídricas do solo em Latossolo Vermelho distrófico. EUA - Eficiência no uso da e água; T- Tensão de água no solo. \*\*\* significativo a 0,1%.

O aumento da eficiência no uso da água com a redução da água disponível no solo, também foi observada por Santana et al. (2010), Candido et al. (2015) e Bogale et al. (2016) observaram aumento da eficiência do tomateiro com redução da disponibilidade hídrica.

Para a adubação potássica houve ajuste ao modelo quadrática de regressão para a eficiência no uso da água. A maior eficiência (8,4 g dm<sup>-3</sup>) foi observada na dose de potássio de 290 mg dm<sup>-3</sup>, obtendo incremento de 40% em relação a ausência da adubação potássica (Figura 50).





**Figura 50.** Eficiência no uso da água de plantas de tomate cereja BRS Iracema sob doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico. EUA - Eficiência no uso da água; K - Potássio. \* e \*\* significativo a 5 e 1%, respectivamente.

O aumento da eficiência no uso da água do tomateiro pela adubação potássica, é devido as funções desse nutriente em controlar o potencial osmótico das células, a absorção e retenção de água nas células e a abertura e o fechamento dos estômatos, mantendo o turgor celular inclusive quando ocorre a expansão celular promovendo o uso eficiente da água (CAKMAK, 2005; KRAUSS, 2005).

## 5 CONCLUSÕES

As disponibilidades hídricas e as doses de potássio influenciam de maneira isolada o desenvolvimento vegetativo, produtivo, qualidade dos frutos e uso da água pelo tomate cereja cultivar BRS Iracema em cultivo em vaso com Latossolo Vermelho distrófico com irrigação semiautomatizada em ambiente protegido.

As massas secas de folhas e raízes e o volume de raízes apresentaram incrementos de 40 à 54% com o aumento da adubação potássica até a dose de potássio de 500 mg dm<sup>-3</sup>.

Houve relação significativa entre a disponibilidade hídrica e doses de potássio para as massas secas de caule e parte aérea, que apresentaram incrementos na produção de 74 e 62%, respectivamente, tendo a maior produção na combinação de 4 kPa e 500 mg dm<sup>-3</sup> de potássio quando comparado com o tratamento de 44 kPa e ausência da adubação potássica.

A qualidade estrutural dos frutos foi influenciada isoladamente pelas disponibilidades hídricas, com reduções de 16 à 44% com o aumento da tensão de água no solo até 44 kPa.

Os sólidos solúveis totais apresentaram o maior valor na dose de potássio de 326 mg dm<sup>-3</sup>. A maior produtividade foi observada na tensão de água no solo de 24 kPa e na dose de potássio de 290 mg dm<sup>-3</sup>.

A maior eficiência no uso da água foi observado na tensão de água no solo de 44 kPa e na dose de potássio de 290 mg dm<sup>-3</sup>.

# **REFERÊNCIAS**

ABREU JUNIOR, C. H., MURAOKA, T., LAVORANTE, A. F.; ALVAREZ V., F. C. Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto de lixo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 3, p. 635-647, 2000.

AHMAD, P.; ASHRAF, M.; HAKEEM, K. R.; AZOOZ, M. M.; RASOOL, S.; CHANDNA, R.; AKRAM, N. A. Potassium starvation-induced oxidative stress and antioxidant defense responses in Brassica juncea. **Journal of Plant Interactions**, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2014.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate:** Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. 2ª Edição rev. e ampl. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013.

ANDREI, E. (Coord.). **Compêndio de defensivos agrícolas: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola**. 8ª Edição, São Paulo: Editora Andrei, 2009.

ANTHON, G. E.; BARRETT, D. M. Thermal inactivation of lipoxygenase and hydroperoxytrienoic acid lyase in tomatoes. **Food Chemistry**, v. 81, n. 2, p. 275-279, 2003.

BERGOUGNOUX, V. The history of tomato: from domestication to biopharming. **Biotechnology Advances**, v. 32, n. 1, p. 170-189, 2014.

BOGALE, A.; NAGLE, M.; LATIF, S.; AGUILA, M.; MÜLLER, J. Regulated deficit irrigation and partial root-zone drying irrigation impact bioactive compounds and antioxidant activity in two select tomato cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 213, p. 115-124, 2016.

BOWLES, T. M.; BARRIOS-MASIAS, F. H.; CARLISLE, E. A.; CAVAGNARO, T. R.; JACKSON, L. E. Effects of arbuscular mycorrhizae on tomato yield, nutrient uptake, water relations, and soil carbon dynamics under deficit irrigation in field conditions. **Science of the Total Environment**, v. 566-567, p. 1223–1234, 2016.

CAKMAK, I. Protection of plants from detrimental effects of environmental stress factors. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. (eds.) Potássio na Agricultura Brasileira.

Piracicaba: Potafos, 2005.

CANDIDO, V.; CAMPANELLI, G.; D'ADDABBO, T.; CASTRONUOVO, D.; PERNIOLA, M.; CAMELE, I. Growth and yield promoting effect of artificial mycorrhization on field tomato at different irrigation regimes. **Scientia Horticulturae**, v. 187, p. 35-43, 2015.

CARRIJO, O. A.; SOUZA, R. B.; MAROUELLI, W. A.; ANDRADE, R. J. Fertirrigação de hortaliças. **Circular Técnica 32**, EMBRAPA, Brasília, 2004.

CHEVALIER, C.; Nafati, M.; Mathieu-Rivet, E.; Bourdon, M.; Frangne, N; Cheniclet, C.; Renaudin, J.P.; Ge´vaudant, F.; Hernould, M.; Elucidating the functional role of endoreduplication in tomato fruit development. **Annals of Botany**, v. 107, n. 7, p. 1159-1169, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A cultura do tomateiro** (para mesa). Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **BRS IRACEMA:** híbrido cereja alto brix com tolerância a nematoides. Embrapa Hortaliças, Brasília, 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2 ed., Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI. 1997.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2013.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. **Potássio**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 551-594, 2007.

ESPINOZA, W. Manual de produção de tomate industrial no vale do São Francisco. Brasília: IICA, 1991.

FONTES, P. C. R.; ARAUJO, C. Use of a chlorophyll meter and plant visual aspect for nitrogen management in tomato fertigation. **Journal of Applied Horticulture**, v.

8, n. 1, p. 8-11, 2006.

FONTES, P. C. R.; SAMPAIO, R. A.; MANTOVANI, E. C. Tomato yield and potassium concentrations in soil and in plant petioles as affected by potassium fertirrigation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 575-580, 2000.

GUIRRA, A. P. P. M.; SILVA, E. R. **Automação em Sistemas de Irrigação**. FAZU, Comunicado Técnico 08, Uberaba, p. 1 - 7, 01 set. 2010.

GUSMÃO, S. A. L de.; Pádua, J. G.; Gusmão, M. T. A de.; Braz, L. T. Efeito da densidade de plantio e forma de tutoramento na produção de tomateiro tipo "cereja" em Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 572-573, 2000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Agropecuária Municipal: Produção de Tomate**. Disponível em: < http://www.sidra.ibge.gov.br>.

Acesso em: 20-11-2015.

KANAI, S.; KANAI, S.; MOGHAIEB, R. E.; EL-SHEMY, H. A.; PANIGRAHI, R.; MOHAPATRA, P. K.; ITO, J.; NGUYENA, N. T.; SANEOKAA H.; FUJITA, K. Potassium deficiency affects water status and photosynthetic rate of the vegetative sink in green house tomato prior to its effects on source activity. **Plant science**, v. 180, n. 2, p. 368-374, 2011.

KRAUSS, A. Potassium effects on yield quality. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. (eds.) Potássio na Agricultura Brasileira. Piracicaba: Potafos, 2005.

KUŞÇU, H.; TURHAN, A.; DEMIR, A. O. The response of processing tomato to deficit irrigation at various phenological stages in a sub-humid environment. **Agricultural Water Management**, v. 133, p. 92-103, 2014.

LACERDA, R. D.; GUERRA, H. O. C.; BARROS JUNIOR, G.; CAVALCANTI, M. L. F. Avaliação de um TDR para determinação do conteúdo de água do solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n. 1, p. 0, 2005.

LEITE, G. L. D.; COSTA, C. A.; ALMEIDA, C. I. M.; PICAN; O. M. Efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro e alternaria em plantas de tomate.

Horticultura Brasileira, Brasilia, v. 21, n. 3, p. 448-451, 2003.

LITTELL, R. C.; MOTT, G. O. Computer assisted design and analysis of response surface experiments in agronomy. **Soil and Crop Society of Florida Proceedings**,

v. 34, p. 94-97, 1975.

MACÊDO, L. S.; ALVARENGA, M. A. R. Efeitos de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade do tomate em ambiente protegido. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, 2005.

MALAVOLTA, E. Potássio – Absorção, transporte e redistribuição na planta. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. (eds.) Potássio na Agricultura Brasileira. Piracicaba: Potafos, 2005

MALAVOLTA, E.. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Agronômica Ceres, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional** das plantas: princípios e avaliações. 2ª Edição, Piracicaba: POTAFOS, 1997.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. Irrigação: princípios e métodos. 3ª Edição, Viçosa: Editora Viçosa, 2009.

MARIM, B. G.; SILVA, D. J. H.; GUIMARÃES, M. A.; BELFORT. Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando produção de frutos para consumo *in natura*. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 4, p. 951-955, 2005.

MELO, N. C.; SOUZA, L. C.; GOMES, R. F.; DE OLIVEIRA NETO, C. F.; COSTA, D. L. P. Cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) hidropônico sob diferentes níveis de fósforo e potássio em solução nutritiva. **Revista Agroecossistemas**, v. 6, n. 1, p. 10-16, 2014.

MENGEL, K.; VIRO, M. Effect of potassium supply on the transport of photosynthates to the fruits of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). **Physiologia Plantarum**, v. 30, n. 4, p. 295-300, 1974.

MONTEIRO, C. S.; BALBI, M. E.; MIGUEL, O. G.; PENTEADO, P. D. S.; HARACEMIV, S. M. C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate "tipo italiano". **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 1, p. 25-31, 2008.

NACHTIGALL, G.R.; RAIJ, B. V. Análise e interpretação do potássio no solo. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. (eds.) Potássio na Agricultura Brasileira. Piracicaba: Potafos, 2005

NODA, H.; MACHADO, F. M. Avaliação de progênies de tomate (Lycopersicon

esculentum) para cultivo sob temperaturas elevadas. **Acta Amazonica**, v. 22, n. 2, p. 183-190, 1992.

PEREIRA, M. T. J.; SILVA, Tonny J. A.; BONFIM-SILVA, E. M. Soil water content and wood ash fertilization on the cultivation of gladiolus. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 4, p. 350-356, 2016.

PEREIRA, S.; OLIVEIRA FILHO, D.; MANTOVANI, E. C.; RAMOS, M. M.; MARTINS, J. H. Reflectometria no domínio do tempo na determinação do conteúdo de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 306-314, 2006.

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N. P. Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz. 1985.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera**: conceitos, processos e aplicações. 2 ed. Barueri: Manole, 2012. 500p.

RESENDE, J. M.; CHITARRA, M. I. F.; MALUF, W. R.; CHITARRA, A. B.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. Atividade de enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase durante o amadurecimento de tomates do grupo multilocular. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 206-212, 2004.

ROCHA, C. R. et al. Descritores quantitativos na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 664-670, 2009.

ROCHA, M. Q.; PEIL, R. M. N.; COGO, C. M. Rendimento do tomate cereja em função do cacho floral e da concentra-ção de nutrientes em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 466-471, 2010.

SANTANA, M. J.; VIEIRA, T. A.; BARRETO, A. C.; CRUZ, O. C. Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. **Irriga**, v. 15, n. 4, p. 443, 2010.

SANTOS, M. C.; JUNQUEIRA, A. M. R.; FREITAS, L. M. Efeito do silício, nitrogênio e potássio na incidência da traça-do-tomateiro em plantas para processamento industrial. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 2, 2013.

SAS Institute. The SAS system for Windows, Release 6.08 SAS Institute: Cary,

NC, 1996.

SILVA, D. J. H.; FONTES, P. C. R.; MIZUBUTI, E. S. G.; PICANÇO, M. C. **Tomate** (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In: PAULA JUNIOR, T. J. 101 Culturas – Manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007.

SOARES, L. A. A.; BRITO, M. E. B.; SILVA, E. C. B.; SÁ, F. V. S.; ARAÚJO, T. T. Componentes de produção do tomateiro sob lâminas de irrigação nas fases fenológicas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 84-90, 2013.

SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V.; ARAÚJO, T. T. Crescimento do tomateiro e qualidade física dos frutos sob estresse hídrico em ambiente protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 203-212, 2011.

SUNG, J.; LEE S.; LEE Y.; HA S.; SONG B.; KIM T.; WATERS, B. M.; KRISHNAN, H. B. Metabolomic profiling from leaves and roots of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) plants grown under nitrogen, phosphorus or potassium-deficient condition. **Plant Science**, v. 241, p. 55-64, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5ª Edição, Porto Alegre: Artmed, 2013.

TEÓFILO SOBRINHO, J.; ALOISI SOBRINHO, J.; IGUE, T.; MENDONÇA, N. T. Efeito de N, P e K na produção do" tomateiro rasteiro" em Pindorama. **Bragantia**, v. 27, n.12, 1968.

WINTER, E. J. A água, o solo e a planta. 2ª ed. São Paulo: Nobel, 1986. 170p.

YAMADA, T. Resistência de plantas as pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura? **Informações Agronômicas**, n. 104, p. 1-7, 2004.

ZHANG, H.; XIONG, Y.; HUANG, G.; XU, X.; HUANG, Q.. Effects of water stress on processing tomatoes yield, quality and water use efficiency with plastic mulched drip irrigation in sandy soil of the Hetao Irrigation District. **Agricultural Water Management**, 2016.

ZOTARELLI, L.; SCHOLBERG, J. M.; DUKES, M. D.; MUÑOZ-CARPENA, R.; ICERMAN, J. Tomato yield, biomass accumulation, root distribution and irrigation water use efficiency on a sandy soil, as affected by nitrogen rate and irrigation scheduling. **Agricultural Water Management**, v. 96, n. 1, p. 23-34, 2009.