



**Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Pós - Graduação em Engenharia Agrícola
Área de Concentração em Irrigação e Drenagem**



RIGOBERTO MOREIRA DE MATOS

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO TOMATEIRO TIPO CEREJA
SOB DIFERENTES TAXAS DE REPOSIÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO
E TIPOS DE ADUBAÇÃO**

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO DE 2016

RIGOBERTO MOREIRA DE MATOS

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO TOMATEIRO TIPO CEREJA
SOB DIFERENTES TAXAS DE REPOSIÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO
E TIPOS DE ADUBAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração:

Engenharia de Irrigação e Drenagem

Orientador:

Prof. Dr. José Dantas Neto – UAEEA/CTRN/UFPG

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO DE 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

M433c Matos, Rigoberto Moreira de.
 Crescimento e produção do tomateiro tipo cereja sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração e tipos de adubação / Rigoberto Moreira de Matos. – Campina Grande, 2016.
 68 f. : il. color.

 Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2016.

 "Orientação: Prof. Dr. José Dantas Neto".
 Referências.

 1. *Cerasiforme*. 2. Gotejamento. 3. ETc. 4. Húmus. 5. NPK.
 6. Ambiente Protegido. I. Dantas Neto, José. II. Título.

CDU 635.64(043)



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais
Pós – Graduação em Engenharia Agrícola
Área de Concentração em Irrigação e Drenagem



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RIGOBERTO MOREIRA DE MATOS

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO TOMATEIRO TIPO CEREJA
SOB DIFERENTES TAXAS DE REPOSIÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO
E TIPOS DE ADUBAÇÃO**

Aprovada em 25 de Fevereiro de 2016

Banca Examinadora

Parecer

Prof. Dr. José Dantas Neto - UAEEA/CTRN/UFPG
– Orientador –

APROVADO

Prof.^a. Dr.^a. Maria Sallydelândia Sobral de Farias
UAEEA/CTRN/UFPG
– Examinadora –

APROVADO

Prof. Dr. Josely Dantas Fernandes - CCAA/UEPB
– Examinador –

Aprovado

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO DE 2016

A Deus, por me conceder o dom da vida e forças para a realização deste sonho.
A meus pais, Cícera Moreira de Matos e Roberto Moreira de Matos, a meus avós maternos,
José Moreira da Silva e Maria Nécí Alves da Silva.

Dedico

*“Educar é semear com sabedoria
e colher com paciência”
(Augusto Cury).*

AGRADECIMENTOS

A Deus porque, mesmo que pessoas conspirarem contra mim, Deus estará sempre comigo.

A minha família, pelo apoio e incentivo: meu pai, Roberto Moreira de Matos, minha mãe, Cícera Moreira de Matos, meus irmãos, Rodrigo Moreira de Matos, Cicêfran Moreira de Matos e Robério Moreira de Matos e a minha sobrinha, Ana Isabelly Matos, que sempre me ajudaram na batalha em prol da concretização deste sonho.

À Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN e à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UAEA, pela formação acadêmica, forma calorosa de acolhimento e condução educacional.

Ao professor José Dantas Neto, pela orientação, paciência e principalmente compreensão.

À companheira Patrícia Ferreira da Silva, por sua amizade, paciência, motivação e compreensão.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa durante o período do curso de pós-graduação.

Aos meus colegas de batalha, Sabrina Cordeiro de Lima, Vitória Ediclécia Borges, Gideilton José Dantas Júnior e Thiago Galvão Sobrinho, pelo companheirismo, auxílio e motivação.

A todas aquelas pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização do meu curso de pós-graduação, nas pesquisas de trabalhos científicos e na dissertação.

Meus eternos agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Geral	3
2.2. Específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1 Tomate cereja	4
3.2 Aspectos econômicos	4
3.3 Déficit hídrico	5
3.4 Irrigação localizada	7
3.5 Adubação mineral.....	8
3.6 Adubação orgânica.....	9
3.7 Cultivo em ambiente protegido	10
4. MATERIAL E MÉTODOS	11
4.1. Descrição do local da pesquisa.....	11
4.2. Instalação do experimento e manejo da irrigação	14
4.3. Delineamento experimental e fatores estudados	18
4.4. Cultivar, produção de mudas, transplante e tratamentos culturais.....	19
4.5. Variáveis analisadas	20
4.5.1 Variáveis de crescimento.....	20
4.5.2 Taxas de crescimento	21
4.5.3 Fitomassa.....	22
4.5.4 Variáveis de produção	22
4.5.5 Correlação	22
4.6 Análise estatística.....	22

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1 Variáveis de crescimento.....	23
5.1.1 Altura de plantas.....	23
5.1.2 Diâmetro de caule.....	28
5.1.3 Número de folhas	32
5.1.4 Área foliar	36
5.1.5 Taxas de crescimento	41
5.1.5.1 Taxa de crescimento absoluto da altura de plantas	41
5.1.5.2 Taxa de crescimento absoluto da área foliar	42
5.1.5.3 Taxa de crescimento relativo da altura de plantas	44
5.1.5.4 Taxa de crescimento relativo da área foliar.....	45
5.1.6 Fitomassa.....	47
5.2 Variáveis de produção	51
5.3 Correlação	57
6. CONCLUSÕES	58
7. REFERÊNCIAS	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área experimental. Fonte: adaptado de Azevedo et al. (2015).....	11
Figura 2 - Temperatura do ar máxima, média e mínima diária em (°C) registrada durante o período de experimentação.....	12
Figura 3 - Umidade relativa do ar máxima, média e mínima diária em (%) registradas durante o período de experimentação.....	12
Figura 4 - Termo higrômetro digital para medir temperatura e umidade relativa do ar máxima, média e mínima (A) e vista da casa de vegetação (B).	13
Figura 5 - Conjunto motobomba e filtro de disco (A) e painel digital para controlar o sistema de irrigação (B).	14
Figura 6 - Mangueiras gotejadoras (A) e gotejador (B).	15
Figura 7 - Instalação do minitanque no interior da casa de vegetação.	15
Figura 8 - Evapotranspiração da cultura (ETc) registrada durante o período de experimentação e coeficiente de cultura (Kc) utilizado.	18
Figura 9 - Altura de plantas do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura aos 12 e 24 (A) e aos 96, 108 e 120 (B) dias após o transplântio.....	24
Figura 10 - Altura de plantas do tomateiro cereja em função dos tipos de adubação aos 12, 24, 96, 108 e 120 dias após o transplântio.....	25
Figura 11 - Desdobramento da interação para a altura de plantas do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação, aos 36 (A), 48 (B), 60 (C), 72 (D) e 84 (E) dias após o transplântio.	27
Figura 12 - Diâmetro de caule do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura aos 60, 72 e 84 (A) e aos 96, 108 e 120 (B) dias após o transplântio.	29
Figura 13 - Diâmetro de caule do tomateiro cereja em função dos tipos de adubação aos 12, 36, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 (A) e interação para as taxas de reposição da evapotranspiração da cultura com NPK aos 24 e testemunha aos 48 (B) dias após o transplântio.....	30
Figura 14 - Número de folhas do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura aos 12, 60 e 72 (A) e em função dos tipos de adubação aos 12, 24, 60, 72 e 84 (B) dias após o transplântio.	33
Figura 15 - Desdobramento da interação para o número de folhas do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação aos 36 (A), 48 (B) e aos 96, 108 e 120 (C) dias após o transplântio.	34
Figura 16 - Área foliar do tomateiro cereja em função dos tipos de adubação aos 12 dias após o transplântio.	37

Figura 17 - Desdobramento da interação para a área foliar do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação aos 24 e 36 (A), 48 (B), 60 (C) e aos 72 (D) dias após o transplantio.	38
Figura 18 - Desdobramento da interação para a área foliar do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação aos 84 (A), 96 (B), 108 (C) e 120 (D) dias após o transplantio.	39
Figura 19 - Médias referentes à taxa de crescimento absoluto da altura de plantas (TCAAP) em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura dentro de cada tipo de adubação, húmus de minhoca (A), NPK (B) e testemunha (C).	41
Figura 20 - Médias referentes à taxa de crescimento absoluto da área foliar (TCAAF) em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura dentro de cada tipo de adubação, húmus de minhoca (A), NPK (B) e testemunha (C).	43
Figura 21 - Médias referentes à taxa de crescimento relativo da altura de plantas (TCRAP) em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura dentro de cada tipo de adubação, húmus de minhoca (A), NPK (B) e testemunha (C).	44
Figura 22 - Médias referentes à taxa de crescimento relativo da área foliar (TCRAF) em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura dentro de cada tipo de adubação, húmus de minhoca (A), NPK (B) e testemunha (C).	46
Figura 23 - Desdobramento da interação para a fitomassa fresca da parte aérea do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação húmus de minhoca e NPK aos 120 dias após o transplantio.	48
Figura 24 - Desdobramento da interação para a fitomassa seca da parte aérea do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação húmus de minhoca e NPK, aos 120 dias após o transplantio.	49
Figura 25 - Desdobramento da interação para o número de flores abortadas por planta do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação húmus de minhoca e testemunha, aos 120 dias após o transplantio.	52
Figura 26 - Desdobramento da interação para o teor de sólidos solúveis totais do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e do tipo de adubação testemunha (A) e diâmetro transversal de frutos em função dos tipos de adubação isolados (B) aos 120 dias após o transplantio.	53
Figura 27 - Diâmetro longitudinal de frutos do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura (A) e dos tipos de adubação (B) aos 120 dias após o transplantio.	54
Figura 28 - Número de frutos por planta (A) e peso de frutos por planta (B) do tomateiro cereja em função dos tipos de adubação aos 120 dias após o transplantio.	56
Figura 29 - Correlação entre o peso de frutos por planta em função da área foliar (A) e entre o número de flores abortadas por planta em função da área foliar (B).	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.....	13
Tabela 2 - Características químicas e de fertilidade do húmus de minhoca.	13
Tabela 3 - Coeficiente de cultura do tomateiro em função das fases fenológicas (DOORENBOS & KASSAM, 1994).....	17
Tabela 4 - Duração de cada estágio de desenvolvimento vegetativo e consumo hídrico durante o período de experimentação.....	17
Tabela 5 - Resumo da análise de variância para a altura de plantas (AP) do cultivo de tomateiro cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio.....	23
Tabela 6 - Resumo da análise de variância para o diâmetro de caule (DC) do cultivo de tomate cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio.....	28
Tabela 7 - Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF) do cultivo de tomateiro cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio.....	32
Tabela 8 - Resumo da análise de variância para a área foliar (AF) do cultivo de tomateiro cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 12, 24, 36, 48 e 60 dias após o transplântio.	36
Tabela 9 - Resumo da análise de variância para a área foliar (AF) do cultivo de tomateiro cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio.	36
Tabela 10 - Resumo da análise de variância para a fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA) do cultivo de tomateiro cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 120 dias após o transplântio.	47
Tabela 11 - Resumo da análise de variância para o número de flores abortadas por planta (NFAP), teor de sólidos solúveis totais (°Brix), diâmetro transversal de frutos (DTF), diâmetro longitudinal de frutos (DLF), número de frutos por planta (NFP) e peso de frutos por planta (PFP) do cultivo de tomateiro cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 120 dias após o transplântio.	51

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO TOMATEIRO TIPO CEREJA SOB DIFERENTES TAXAS DE REPOSIÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO E TIPOS DE ADUBAÇÃO

RESUMO: O manejo adequado da lâmina de irrigação e o tipo de adubação são fundamentais para o desenvolvimento das plantas visando ao crescimento máximo e à produção das culturas. Objetivou-se, portanto, avaliar o crescimento e a produção do tomateiro tipo cereja vermelho irrigado com diferentes taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação em ambiente protegido. O experimento foi conduzido de junho a outubro de 2014, em casa de vegetação, na Universidade Federal de Campina Grande. O delineamento experimental foi em blocos casualizados e em fatorial 5 x 3, com cinco repetições. Os fatores estudados consistiram de cinco taxas de reposição da evapotranspiração da cultura (70; 85; 100; 115 e 130% da ETc) e três tipos de adubação (Solo sem adubação (testemunha), adubado com NPK e adubado com húmus de minhoca). O volume de água para reposição das perdas por ETc foi estimado com auxílio de um minitanque e o sistema de irrigação por gotejamento, com emissores autocompensantes. Avaliaram-se aos 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio, as variáveis de crescimento e de produção do tomateiro cereja, cujos dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e regressão para os fatores quantitativos e teste de Tukey para os fatores qualitativos. O crescimento do tomateiro foi influenciado pelas diferentes taxas de reposição da ETc e tipos de adubação. As variáveis de produção foram influenciadas pelos tipos de adubação; já as taxas de reposição influenciaram apenas o DLF. A irrigação com 130% da ETc resultou em aumento no crescimento e fitomassa do tomateiro porém as elevadas taxas reduziram o °Brix. A reposição de 97,09% da ETc favoreceu o DLF enquanto a adubação com húmus de minhoca proporcionou maior crescimento e produção ao tomateiro. O húmus, associado a 100% da ETc, resultou em maiores taxas de crescimento absoluto e relativo. O maior abortamento de flores foi constatado na adubação com húmus, juntamente com 98,34% da ETc. A área foliar influenciou positivamente a produção de frutos de tomateiro nas condições estudadas, a interação 70% da ETc com húmus consiste na melhor recomendação para os produtores pois resultou em maiores incrementos na produção do tomateiro cereja.

PALAVRAS - CHAVE: *Cerasiforme*, gotejamento, ETc, húmus, NPK e ambiente protegido.

**GROWTH AND PRODUCTION TOMATO TYPE CHERRY
UNDER DIFFERENT RATES REPLACEMENT EVAPOTRANSPIRATION
AND TYPES OF FERTILIZING**

ABSTRACT: The adequate management of irrigation depth and type of fertilizer are fundamental to the development of plants aimed at maximum growth and crop production. The objective is therefore to evaluate the growth and production of the tomato type irrigated cherry red with different replacement rates of evapotranspiration and types of fertilizer in a protected environment. The experiment was conducted from June to October 2014, in a greenhouse at the Federal University of Campina Grande. The experimental design was randomized blocks without factorial 5 x 3 with five repetitions. The factors studied consists of five rates of replacement of crop evapotranspiration (70; 85; 100; 115 and 130% of ET_c) and three types of fertilization (soil without fertilization (control), fertilized with NPK and fertilized with worm humus). The volume of water to replenish the losses ET_c was estimated with the assistance of a minitanque and the drip irrigation system, with self-compensating emitters. Were evaluated at 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 and 120 days after transplanting, variables growth and production the tomato cherry, whose data were submitted to analysis of variance (F test) and regression for quantitative factors and Tukey test for qualitative factors. The growth of tomato was influenced by different replacement rates of ET_c and types of fertilization. Production variables were influenced by the types of fertilizer; have replacement rates only influenced the DLF. Irrigation with 130% of ET_c resulted in increased growth and fitomass of tomato but the high rates reduced °Brix. Replacement of 97.09% of ET_c favored DLF while the fertilizer with earthworm humus provided greater growth and production to tomato. The humus, associated with 100% of ET_c resulted in higher absolute and relative growth rates. The highest abortion flowers was found in fertilization with humus, along with 98.34% of the ETC. The leaf area positively influenced the production of tomato fruit in the conditions studied, the interaction 70% of ET_c with humus consists in the best recommendation for producers as it resulted in greater increases in the production of cherry tomato.

KEY WORDS: *Cerasiforme*, drip, ET_c, humus, NPK and protected environment.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo do tomateiro é de grande importância para o agronegócio brasileiro, concentrando lucratividade no setor hortigranjeiro, o que o torna uma alternativa para os produtores em função de seu menor investimento inicial, resistência a pragas e doenças, culminando em diminuição da utilização de defensivos agrícolas e gastos com mão-de-obra.

O tomateiro é considerado uma das hortaliças de maior relevância econômica, no Brasil e no mundo, haja vista sua produção anual ser, no Brasil, de aproximadamente 3,4 milhões de toneladas numa área plantada em torno de 63.000 ha, com produção média superior a 62.000 kg ha⁻¹ (IBGE, 2015). Para Alves et al. (2009) além do valor econômico da produção o agronegócio do tomateiro gera empregos e renda diretos e indiretos para milhares de trabalhadores tanto no campo quanto nas cidades, posicionando o cultivo de tomate como uma das atividades agrícolas de maior importância socioeconômica no Brasil.

O tomate tipo cereja (*Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme*) tem elevada aceitação no mercado consumidor com crescente demanda pelos produtores devido aos valores compensadores e por apresentar elevado lucro de mercado uma vez que possui boa rusticidade, tolerância a pragas e doenças e elevada produtividade (MAIA et al., 2013; MEDEIROS et al., 2011; SILVA et al., 2011). Tal como maior tempo de prateleira dos frutos aproximadamente 18 dias após a colheita, podendo ser cultivado em pequenas áreas atingindo altas produtividades com excelente retorno financeiro.

Para se obter bons rendimentos e, conseqüentemente, retorno econômico com o tomate tipo cereja, é imprescindível a adoção de novas tecnologias destacando-se, entre elas o manejo adequado da nutrição mineral, fornecimento de água e o cultivo em ambiente protegido (SILVA et al., 2013). A utilização de adubo tanto orgânico quanto químico tem rendido ótimas produções e quando ministradas, a cultura, de acordo com a marcha de sua absorção, auxilia na redução dos custos da produção de hortaliças (FILGUEIRA, 2008).

De acordo com Santana et al. (2009; 2010), o déficit hídrico é responsável por afetar a produção do tomateiro, visto que responde negativamente tanto ao excesso de umidade quanto ao déficit hídrico. Soares et al. (2013b) afirmam que a evapotranspiração da cultura do tomate excede a precipitação pluvial; assim, a distribuição de água através da tecnologia da irrigação é uma garantia para se produzir como planejado sem que a falta de precipitação altere os índices de produtividade e de rentabilidade previamente estabelecidos.

A utilização da tecnologia de cultivo em ambiente protegido proporciona melhores acomodações para as plantas sobretudo no que diz respeito aos fatores climáticos indesejáveis, contribuindo para a redução dos riscos do cultivo do tomate possibilitando a produção de frutos de qualidade em épocas não favoráveis à condução de plantio em condições de campo (ALVARENGA, 2004).

No Brasil, apesar dos diversos estudos correlacionando adubação, volumes de irrigação e cultivos em ambiente protegido para o tomateiro (ALVARENGA, 2004; MATOS et al., 2015; MAROUELLI & SILVA, 2012; SILVA et al., 2013, SANTANA et al., 2009; SANTANA et al., 2010) ainda são bastante escassos trabalhos que associem a aplicação da taxa de reposição da evapotranspiração da cultura nas diferentes épocas fenológicas a diferentes tipos de adubação orgânica e mineral no tomate tipo cereja em ambiente protegido, com vista ao uso racional da água na região semiárida, diante do cenário de escassez dos recursos hídricos.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar o crescimento e a produção do tomateiro tipo cereja vermelho irrigado com diferentes taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação em ambiente protegido.

2.2. Específicos

Estudar o efeito de diferentes taxas de reposição da evapotranspiração da cultura, associado ao tipo de adubação sobre o crescimento e a produção do tomateiro cereja em ambiente protegido.

Avaliar a resposta do tomateiro cereja a diferentes taxas de reposição da evapotranspiração da cultura em ambiente protegido.

Determinar o efeito dos tipos de adubação sob as variáveis de crescimento e de produção do tomateiro cereja.

Determinar, ao final do ciclo da cultura do tomateiro, a correlação entre área foliar e peso de frutos por planta e entre o número de flores abortadas por planta.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Tomate cereja

O tomateiro tipo cereja (*Lycopersicon esculentum var. Cerasiforme*) pertence à família das Solanáceas; é originário da América Central (região Andina); foi domesticado no México e introduzido na Europa em 1544, possuindo alto teor nutricional, rico em minerais (Ferro e Fósforo), vitaminas (B e C) e aminoácidos, além das propriedades fitoquímicas, cuja atividade antioxidante é a de maior destaque (FILGUEIRA, 2008).

Para Carvalho & Pagliuca (2007) o tomateiro é uma olerícola acatada como ornamental ganhando cada vez mais popularidade em todo o mundo. O Brasil é considerado um dos maiores produtores de tomate e a cada dia vem investindo na produção do tomate tipo cereja, de vez que o consumo in natura está crescendo rapidamente, devido ao uso na gastronomia moderna para a ornamentação de pratos, por serem pequenos, de coloração vermelho-forte, mais delicados e adocicados (SILVA et al., 2011). É considerada uma hortaliça exótica, cujo fruto vem sendo muito utilizado como aperitivo ou adorno, ganhando desta forma, grande atenção dos produtores de vez que apresenta preços mais atrativos, enquanto seu valor médio de mercado chega a ser duas vezes mais que as outras variedades (ARAÚJO et al., 2013).

Segundo Filgueira (2008) todas as cultivares de tomate tipo cereja são híbridas, os frutos têm tamanhos reduzidos e pesam em torno de 15 a 25 g, podendo ser redondos ou compridos; possuem coloração vermelha-brilhante e produzem aproximadamente 15 a 50 frutos por penca. O início da colheita pode ser realizado dos 45 aos 55 dias após a florescência ou dos 90 aos 120 dias após a sementeira (NAIKA et al., 2006).

Para Silva et al. (2006) o tomateiro apresenta grande capacidade de adaptação sob diferentes condições climáticas motivo pelo qual é cultivado em quase todo o mundo; possui boa adaptação nos climas subtropical e tropical sendo a temperatura mais adequada na faixa de 15 a 25 °C; enfim, tolera bem uma ampla variação entre 10 a 35 °C.

3.2 Aspectos econômicos

O tomate é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo superada apenas pela batata inglesa. Os maiores produtores de tomate são, em ordem decrescente, China, EUA, Turquia, Índia, Egito, Itália, Irã, Espanha, Brasil e México (FAO, 2015). A produção brasileira foi, em 2014, de 4,29 milhões de toneladas e a de 2015 estimada em 3,46 milhões de toneladas (IBGE, 2015).

No Brasil a produção de tomate apresentou os maiores valores em São Paulo (26,4%), seguido da Região Sul (23,6%), Nordeste (22,0%), Minas Gerais (17,9%) e Espírito Santo e Rio de Janeiro (10,7%). E na região Nordeste os maiores produtores são os estados da Bahia e Pernambuco, com 250.986 e 168.501 toneladas, respectivamente. A Paraíba teve, em 2015, uma produção de 13.045 toneladas de tomate inferior à dos demais estados produtores (IBGE, 2015).

De acordo com Heine (2012) a maior parte da produção brasileira é destinada ao mercado para consumo in natura e o restante serve de matéria-prima para as indústrias nas quais são processados diversos derivados do tomate, tais como extratos, pastas e molhos, entre outros.

A evolução do cultivo de tomate para mesa no Brasil, no período de 1990 a 2014, respondeu positivamente aos investimentos em pesquisa. Assim, esta hortaliça continuou importante no ranking nacional, tornando-se a 12ª no ranking dos vinte principais produtos do agronegócio brasileiro (IBGE, 2014).

A cotação no atacado, referente ao dia 26 de fevereiro de 2016 das Centrais de Abastecimento dos estados do Ceará, Rio grande do Norte e Bahia, foi de R\$ 2,40; 2,50 e 1,66 o quilo de tomate industrial longa vida enquanto o tomate cereja foi de R\$ 13,00; 12,00 e 11,00, respectivamente (CEASA/CE/RN/BA, 2016). Esses valores de mercado têm tornado o tomate tipo cereja atrativo aos produtores, ao confirmar que a cultivar contribui para a obtenção de maior retorno financeiro.

3.3 Déficit hídrico

A disponibilidade hídrica tem sido considerada um dos fatores climáticos de maior efeito sobre a produtividade agrícola, sendo o fator que rege a distribuição das espécies nas diferentes zonas climáticas do globo terrestre (MORANDO et al., 2014). Neste contexto, a irrigação é um dos aspectos primordiais no desenvolvimento de culturas hortícolas. Entretanto, o uso da água deve ser feito de maneira racional e equilibrada para que se evitem perdas na qualidade e na produção das culturas pelo seu uso em excesso ou por sua escassez (REIS, 2006).

De acordo com Cativelli et al. (2008) a restrição hídrica é um dos estresses ambientais mais importante na agricultura. A frequência e a intensidade do déficit hídrico constituem os fatores mais relevantes à limitação da produção agrícola mundial, razão por que muitos

esforços têm sido realizados visando melhorar a produtividade de cultivos agrícolas em condições de seca.

Para Farias et al. (2009) a produção agrícola em ambientes com déficit hídrico é afetada de maneira direta, sendo os prejuízos minimizados por características das plantas que permitem uma manutenção do status hídrico durante a redução da umidade do solo, tida como a adaptação que a cultura tende a resistir à seca.

Esta condição de estresse afeta diversos processos fisiológicos levando as plantas a que fechem rapidamente os estômatos que, como consequência, afetam o suprimento de CO₂ para a fotossíntese, aumentam a resistência difusiva ao vapor de água e reduz a transpiração, afetando a dissipação da energia térmica e o transporte de nutrientes por fluxo de massa (WU & CAMPBELL, 2007).

Para Taiz & Zeiger (2008) o primeiro e mais visível efeito do déficit hídrico é a diminuição da turgescência, do alongamento celular e crescimento da planta. Para os autores, os mecanismos de resistência das plantas à seca podem ser de três tipos: “da dessecação” ou habilidade para manter a hidratação dos tecidos; “tolerância à dessecação” ou a capacidade para manter as atividades vitais enquanto desidratada e “escape”, atributo de algumas plantas que as habilitam a executar seu ciclo, da germinação à produção de novas sementes, dentro de um período de algumas semanas, depois de forte chuva.

O fornecimento hídrico ideal e no momento oportuno é essencial para o tomateiro pois, além de propiciar bons rendimentos e alta lucratividade econômica, a água é um dos principais fatores que influenciam nas características desta olerícola (SILVA et al., 2013). Neste contexto, o tomate é uma cultura muito sensível ao déficit hídrico e a maior sensibilidade ocorre nos estágios de floração e formação dos frutos (SRINIVASA et al., 2001).

Para Kalungu (2008) na produção de tomate a irrigação é um dos fatores mais influentes. A demanda hídrica depende do estágio de desenvolvimento da planta e da demanda evapotranspiratória. Picos de consumo de água ocorrem durante a definição da inserção dos frutos e seu desenvolvimento; deste modo, o fornecimento irregular ou inadequado de água durante esses períodos pode resultar em má qualidade dos frutos ou podridão apical.

Para Alvarenga (2004) a reposição adequada da quantidade de água que está sendo consumida pelo tomateiro é de suma importância pois nas fases de floração, surgimento e crescimento dos frutos ocorre o pico de maior demanda evapotranspiratória porém, uma reposição de água por meio da irrigação excessiva nessas fases, pode contribuir para o

acréscimo na queda do número de flores e de frutos, crescimento excessivo das plantas, atraso na maturação dos frutos e maior incidência de pragas e doenças, em função da maior umidade presente no ambiente.

Pulupol et al. (1996) constataram, em estudo conduzido com tratamentos sob déficit hídrico incidência de podridão apical, redução no desenvolvimento das plantas, produtividade, tamanho e peso de frutos, constatando a influência da reposição inadequada da demanda hídrica do tomateiro.

3.4 Irrigação localizada

A irrigação consiste em um conjunto de técnicas destinadas a deslocar a água no tempo ou no espaço para modificar as possibilidades agrícolas de dada região visando corrigir a distribuição natural das chuvas a fim de alcançar as máximas produções (WERNECK et al., 2010).

Para Bernardo et al. (2008) e Mantovani et al. (2012) a irrigação localizada é um método de irrigação no qual a água é aplicada diretamente na região radicular da planta, com baixa intensidade e alta frequência, para manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo, ideal para o desenvolvimento das culturas.

Este método de irrigação tem sido o que mais se desenvolveu nas últimas décadas devido à maneira racional e econômica do uso da água, bem como do aumento da produção e de uma qualidade melhor da cultura podendo ser por gotejamento ou microaspersão caracterizando-se, basicamente, pela aplicação da água na fração de volume do solo explorado pelas raízes da planta (BRAUER et al., 2011).

A irrigação localizada em especial o gotejamento, vem ganhando destaque na produção do tomate, sistema que tem melhor eficiência auxiliando na economia do uso da água em função da elevada eficiência de aplicação propiciada pelo método; este aspecto adquire uma dimensão ainda maior em decorrência dos conflitos pelo uso dos recursos hídricos, cada vez mais frequentes além de favorecer a otimização da água e energia (MAROUELLI et al., 2012).

No tomateiro, a irrigação por gotejamento aumenta a produtividade e auxilia na redução do percentual de frutos podres, quando comparada aos demais sistemas de irrigação contribuindo, desta forma, para o manejo integrado de pragas e doenças e otimizando a aplicação de fertilizantes via água de irrigação (LOPES et al., 2006; DELAZARI, 2014).

3.5 Adubação mineral

A adubação mineral é de fundamental importância para o crescimento e o desenvolvimento das plantas; tanto na ciência básica como na ciência aplicada grandes progressos têm sido feitos nesta última década, no entendimento dos mecanismos de absorção dos nutrientes e suas funções no metabolismo das plantas (SILVA, 2010).

O tomateiro é uma das hortaliças mais exigentes em nutrientes (ALVARENGA, 2004) sendo assim a nutrição mineral é imperiosa para que se obtenham produções elevadas; contudo, a adubação é dificultada, de vez que são desconhecidos alguns princípios inerentes à fisiologia, morfologia e distribuição do sistema radicular das plantas, tal como seus mecanismos de absorção e distribuição dos nutrientes (ELOI et al., 2007). O tomate é uma das hortaliças bastante exigentes em nutrientes sendo os nutrientes mais absorvidos (em ordem decrescente): N, K, Ca, S, P, Mg, Fe, Mn, Zn, B e Cu (FAYAD et al., 2002).

Silva et al. (2003) relatam que existe um ponto de equilíbrio entre a quantidade de nutriente fornecido e a produção pois a medida que os frutos começam a se desenvolver, ocorre incremento na absorção de nutrientes pelas plantas. As folhas são, até este estágio, o órgão da planta com maior concentração de nutrientes e massa seca. A partir de então, alguns nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, passam gradativamente a se acumular em maior quantidade nos frutos.

Para Fontes & Araújo (2007) o nitrogênio é um elemento em ordem de importância mais requerido pelo tomateiro; no entanto, quando a dose de nitrogênio aplicada é subestimada, sofrerá uma redução na produtividade e, quando a dose é superestimada, ocorrerá aumento nos custos, alterações fisiológicas na planta e impactos ambientais, em virtude das perdas deste nutriente para o ambiente.

Ferreira et al. (2006) constataram que o aumento da quantidade de nitrogênio fornecido às plantas de tomate contribui para o aumento no crescimento, na frutificação e na produtividade da cultura; entretanto, o nitrogênio eleva a concentração de aminoácidos e das amidas no apoplasto e na superfície foliar, o que influencia no desenvolvimento de pragas e doenças (ARAÚJO, 2009). As plantas de tomateiro alcançam produtividade máxima com a adição de 287,0 kg ha⁻¹ de N e 198,0 kg ha⁻¹ de K (SILVA et al., 2003; FONTES et al., 2000).

Silva & Giordano (2000) relatam que a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio, exerce efeito significativo no crescimento do tomateiro sendo que a máxima absorção ocorre nas fases iniciais de crescimento, acúmulo de matéria seca, emissão das primeiras flores e enchimento dos frutos, decrescendo na fase final do ciclo produtivo. De acordo com

Genúncio (2009) a adubação mineral com NPK influencia tanto nas variáveis de crescimento quanto na produção do tomateiro, de vez que esses nutrientes são mobilizados para os frutos e, desta forma, são considerados drenos de nutrientes e fotoassimilados; assim, na fase produtiva a nutrição mineral é determinante para a produtividade e qualidade dos frutos colhidos.

3.6 Adubação orgânica

A adubação orgânica tem sido amplamente utilizada em diversas culturas com o intuito de reduzir o uso de adubos químicos; além de melhorar a estrutura do solo, mantém a sobrevivência dos organismos fixadores de nitrogênio disponibilizando nutrientes para as culturas; contribuindo para a melhoria da CTC (capacidade de troca catiônica) participa na formação de agregados do solo reduzindo, conseqüentemente, a densidade do solo, aumenta a porosidade, infiltração, retenção de água e aeração (SOUZA & RESENDE, 2006; OLIVEIRA et al., 2011).

Os pequenos e médios produtores de hortaliças utilizam os adubos orgânicos de origem animal e da vermicompostagem por serem práticas econômicas e sustentáveis, além de contribuir para a fertilidade e conservação do solo (BEIGL et al., 2008). As hortaliças reagem bem à adubação orgânica com reflexos satisfatórios sobre a produção e qualidade dos produtos sendo que o esterco bovino, as compostagens e o húmus de minhoca, utilizados em especial nos solos pobres em matéria orgânica, são altamente benéficos ao cultivo do tomateiro que possui raízes delicadas e exigentes quanto às características físicas e químicas do solo (FILGUEIRA, 2008).

Para Ferreira et al. (2003b) a fim de que a produção das plantas de tomate seja ótima, este tem requerimentos nutricionais específicos podendo ter suas exigências supridas seja por fertilizantes químicos, orgânicos ou por ambos. Segundo Trani et al. (2007) o esterco bovino, o húmus de minhoca e a torta de mamona estão entre os melhores fertilizantes orgânicos utilizados em hortaliças.

Para Azevedo et al. (2009) a utilização de adubos de origem orgânica nos cultivos de hortaliças é uma alternativa valorosa que auxilia na redução de custos uma vez que sua aquisição pode ser dentro da própria fazenda. A adubação orgânica, além de proporcionar condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas de tomate cereja possui menor custo de investimento quando comparada aos fertilizantes químicos (MATOS et al., 2015).

No Brasil cerca de 7.721 ha são explorados por agricultores orgânicos que respondem por uma produção certificada de 5.215.490 t ano⁻¹ (IBD, 2011). De acordo com Maia et al. (2013) a adubação de origem orgânica influencia diretamente o crescimento e a produção de tomate cereja. Oliveira et al. (2011) afirmam que no tratamento com aplicação de 10% de húmus de minhoca obtiveram aumento significativo na altura de plantas, diâmetro do caule e no número de frutos por plantas de tomate.

3.7 Cultivo em ambiente protegido

O cultivo protegido é uma técnica que possibilita o controle de variáveis climáticas como temperatura, umidade do ar, radiação solar, chuva direta, geadas e vento, ou seja, altera o microclima local. Controle este que confere ganho de eficiência produtiva reduzindo o efeito da sazonalidade na oferta de produtos, contribuindo para uma oferta mais equilibrada no decorrer dos meses do ano (SILVA et al., 2014).

Justifica-se o cultivo protegido quando o consumidor demanda por determinado produto na entressafra e as condições climáticas são fatores limitantes para o cultivo em condições de campo aberto. Deste modo, o ambiente protegido é uma tecnologia que permite ao produtor rural complementar o calendário de produção tornando a oferta constante de um produto e, como consequência, obtém maior rentabilidade (HOLCMAN, 2009).

Para Corrêa et al. (2012) o ambiente protegido permite maior produtividade e melhor qualidade dos frutos colhidos. Neste contexto, a tomaticultura em ambiente protegido é uma atividade promissora que se tem expandido nos últimos anos; afinal, os elementos meteorológicos são de grande influência no cultivo desta hortaliça (PURQUERIO & TIVELLI, 2009).

Apesar das vantagens apresentadas para o uso do cultivo protegido tal sistema possui, como desvantagem, a elevação nos custos de produção em função do alto custo de implantação das instalações de cultivo. Os custos de implantação de um sistema de cultivo protegido podem variar de R\$ 15,00 a 100,00 por m² de área construída, a depender do sistema e do grau de tecnologia adotado (SILVA & VALE, 2007).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Descrição do local da pesquisa

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, vinculada ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) posicionada nas coordenadas geográficas 7° 15' 18" de latitude Sul, 35° 52' 40" longitude Oeste e altitude média de 551 m, Figura 1.

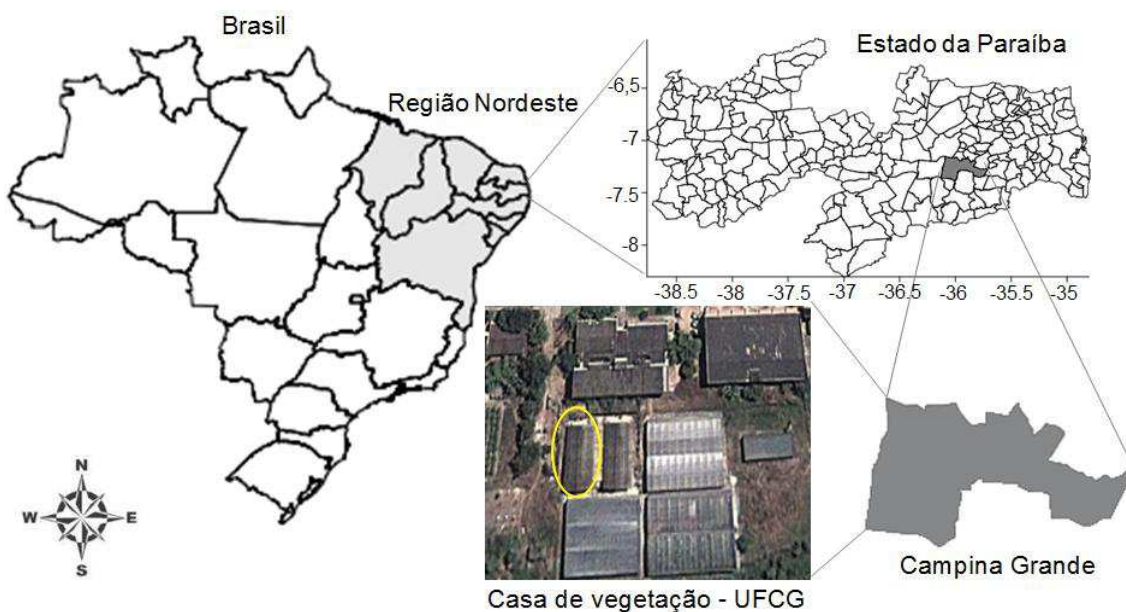


Figura 1 - Localização da área experimental. Fonte: adaptado de Azevedo et al. (2015).

Conforme a classificação climática de Köppen, adaptada ao Brasil (COELHO & SONCIN, 1982) o clima da região é do tipo Csa, o que representa clima mesotérmico, subúmido, com período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono a inverno.

Os dados diários de temperatura e umidade relativa do ar, máxima, média e mínima, coletados no interior da casa de vegetação, referentes ao período de junho a outubro de 2014, época correspondente à condução do experimento, foram obtidos através de um sensor instalado no interior da casa de vegetação (Figura 4A).

A temperatura do ar máxima, média e mínima, registrada durante o período de condução do experimento, se encontra na Figura 2. O maior valor de temperatura foi de 35,8 °C registrado no mês de agosto e mínima de 19,2 °C no mês de julho, sendo a média observada durante o cultivo do tomateiro de 26,3 °C. Segundo Cabral Júnior et al. (2013) o município de Campina Grande possui temperatura máxima média de 32,8 °C, mínima de 18,5 °C e a média anual de 25,4 °C.

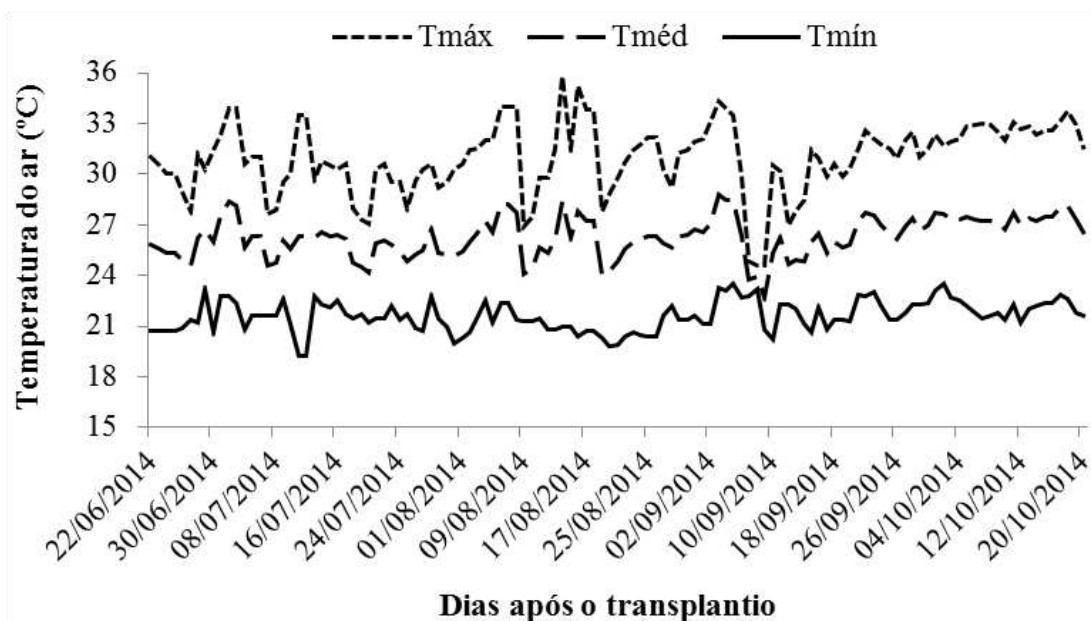


Figura 2 - Temperatura do ar máxima, média e mínima diária em (°C) registrada durante o período de experimentação.

A umidade relativa do ar máxima, média e mínima, durante o período de condução do experimento, se encontra na Figura 3. A máxima e a mínima umidade relativa do ar observadas foram de 82,0 e 41,0% nos meses de junho e agosto, respectivamente, com média registrada durante o período de experimentação de 62,6%. Segundo Medeiros et al. (2011) a umidade média relativa do ar da região, oscila entre 75 a 83%.

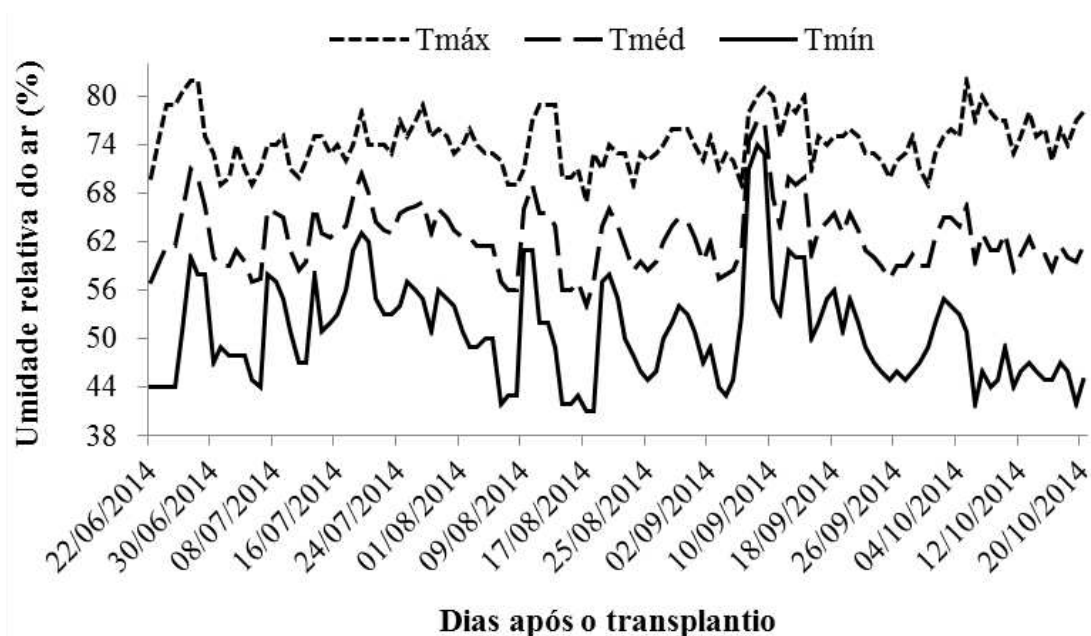


Figura 3 - Umidade relativa do ar máxima, média e mínima diária em (%) registradas durante o período de experimentação.

A casa de vegetação utilizada possui formato tipo capela na direção de norte a sul, com dimensões de nove metros de comprimento por oito metros de largura e quatro metros de

altura do pé direito, com área total de 72 m². As paredes são construídas de alvenaria, ferro e alumínio, o piso de concreto e as telhas transparentes para facilitar a passagem da radiação solar. As quatro paredes possuem 0,80 m de altura em alvenaria e 3,2 m com malha geotêxtil de cor branca, dificultando a entrada de pragas no interior do ambiente (Figura 4B).



Figura 4 - Termo higrômetro digital para medir temperatura e umidade relativa do ar máxima, média e mínima (A) e vista da casa de vegetação (B).

O solo utilizado na pesquisa foi classificado como de textura franco - arenosa, cujas características físicas e químicas na profundidade de 0,0 - 0,2 m, se encontram na Tabela 1, conforme metodologia da (EMBRAPA, 2013).

Tabela 1 - Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.

pH	M.O	P	S	K	Na	Ca	Mg	Al	H
	(%)	mg/100g	mg/100g	----- mmol _c dm ⁻³ -----					
7,04	0,96	3,50	7,10	0,25	0,20	3,55	3,10	0,00	0,00
	Densidade			Areia		Silte		Argila	
	(g cm ⁻³)			----- (%) -----					
	1,33			85,05		8,04		6,91	

As características químicas e de fertilidade do húmus de minhoca utilizado na pesquisa, se encontra na Tabela 2.

Tabela 2 - Características químicas e de fertilidade do húmus de minhoca.

pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	m	M.O.
	-- mg dm ⁻³ --		----- cmol _c /dm ³ -----				-----			---- % ----		g/kg
7,71	1658	2356	4,39	14,35	9,30	0,0	0,0	34,06	34,06	100	0,0	234,05

4.2. Instalação do experimento e manejo da irrigação

O sistema de pressurização utilizado no experimento constou de um conjunto motobomba centrífuga, modelo IBD 35, com potência de 0,5 cv e capacidade de vazão de 2.160 L h^{-1} , (Figura 5A). A operação de funcionamento da bomba, quanto ao horário de início e término de cada tempo de irrigação, foi realizada através de um painel digital Rain Bird™ (Figura 5B). Cada cabeçal de controle estava composto por filtro de disco de 1", com capacidade para $5,0 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ de vazão com vista à prevenção de entupimento dos tubos gotejadores e um manômetro do tipo Bourdon, além de válvulas reguladoras de pressão/vazão e eletroválvulas para acionamento de cada unidade operacional.



Figura 5 - Conjunto motobomba e filtro de disco (A) e painel digital para controlar o sistema de irrigação (B).

A mangueira gotejadora utilizada no experimento foi do tipo autocompensante modelo XFS 0612500, com espaçamento entre emissores de 0,30 m, vazão nominal de $2,3 \text{ L h}^{-1}$ a pressão recomendada para funcionamento, segundo o fabricante, varia entre 60 a 420 kPa, conforme ilustrado nas Figuras 6A e B.



Figura 6 - Mangueiras gotejadoras (A) e gotejador (B).

As leituras de temperatura e umidade relativa do ar máxima, média, mínima e do minitânque e as irrigações foram realizadas diariamente, às quatro horas da tarde, sendo a irrigação por gotejamento superficial, contendo um emissor por planta e água utilizada na irrigação proveniente de água da chuva.

O manejo da irrigação se deu com base na evaporação de um minitânque instalado no interior da casa de vegetação, para estimar a evapotranspiração de referência (ET_0), Figura 7A e B.



Figura 7 - Instalação do minitânque no interior da casa de vegetação.

O minitânque cilíndrico possui chapa de zinco com 0,003 m de espessura, 0,60 m de largura e 0,25 m de profundidade e área evaporante de $0,28 \text{ m}^2$, instalado em solo nu, no centro da casa de vegetação a 0,20 m do piso, sendo as leituras realizadas na borda do tanque

ficando o nível da água a 0,05 m da borda; este nível não variava mais que 0,025 m, sendo reabastecido toda vez que atingisse tal ponto.

O cálculo da evapotranspiração de referência (ET₀) se deu pela Equação 1, conforme descrito por Mantovani et al. (2012). Utilizou-se o coeficiente de tanque K_p igual a 1,0, recomendado por Prados (1986), para tanques de tamanhos reduzidos (minitanques) instalados no interior de ambientes protegidos.

$$ET_0 = K_p.E_v \quad (1)$$

Em que: ET₀ - evapotranspiração de referência, em mm dia⁻¹;

K_p - coeficiente de tanque, adimensional; e

E_v - evaporação do minitanque, em mm dia⁻¹.

A partir dos dados da evapotranspiração de referência (ET₀) e do coeficiente de cultivo da cultura (K_c) Tabela 3, determinou-se a evapotranspiração da cultura (ET_c) conforme Mantovani et al. (2012) Equação 2 sendo 100% da ET_c a testemunha e as demais taxas de reposição da ET_c obtidas através desta.

$$ET_c = K_c.ET_0 \quad (2)$$

Em que: ET_c - evapotranspiração da cultura, em mm dia⁻¹;

K_c - coeficiente de cultura, Tabela 3; e

ET₀ - evapotranspiração de referência, em mm dia⁻¹.

A eficiência de aplicação de água pelo sistema de irrigação foi de 93% e vazão média dos emissores de 2,1 L h⁻¹, determinada de acordo com a metodologia sugerida por Keller & Karmeli (1974). A menor vazão dos emissores observada na avaliação do sistema de irrigação quando comparada à vazão recomendada pelo fabricante (2,3 L h⁻¹) pode ser justificada pelo fato do sistema ser usado.

A lâmina de irrigação bruta foi determinada conforme a Equação 3 adaptada de Mantovani et al. (2012).

$$LB = \frac{ET_c}{E_f} \quad (3)$$

Em que: LB - lâmina bruta, em mm;

ET_c - evapotranspiração da cultura, em mm dia⁻¹; e

E_f - eficiência de aplicação do sistema de irrigação, (0,93).

Através da Equação 4 calculou-se a intensidade de aplicação do sistema de irrigação, como descrito em Mantovani et al. (2012).

$$Ia = \frac{Ne.q}{A} \quad (4)$$

Em que: Ia - intensidade de aplicação do sistema de irrigação, em mm h⁻¹;

Ne - número de emissores por planta, 1;

q - vazão média dos emissores, 2,1 L h⁻¹; e

A - área do vaso, 0,070 m².

O tempo de irrigação necessário para aplicar uma lâmina de água, foi calculado por meio da Equação 5 (MANTOVANI et al., 2012).

$$Ti = \frac{LB}{Ia} \quad (5)$$

Em que: Ti - tempo de irrigação, em h;

LB - lâmina bruta, em mm; e

Ia - intensidade de aplicação do sistema de irrigação, em mm h⁻¹.

Tabela 3 - Coeficiente de cultura do tomateiro em função das fases fenológicas (DOORENBOS & KASSAM, 1994).

Cultura	Estágio de desenvolvimento vegetativo			
	Estágio inicial	Desenvolvimento	Meia cultura	Estágio final
Tomate	0,40 - 0,50	0,70 - 0,80	1,05 - 1,25	0,80 - 0,95

A duração de cada fase do desenvolvimento vegetativo que totalizou 120 dias após o transplante, além do consumo hídrico do tomateiro em cada estágio de desenvolvimento da cultura, se encontra na Tabela 4.

Tabela 4 - Duração de cada estágio de desenvolvimento vegetativo e consumo hídrico durante o período de experimentação.

Estágio de desenvolvimento vegetativo	Duração das fases		Consumo (mm)	
	(%)	(Dias)		
1	Estágio inicial	21	25	45,59
2	Desenvolvimento	28	33	102,49
3	Meia cultura	33	40	225,72
4	Estágio final	18	22	94,58
Total	-	100	120	468,37

Os valores referentes à evapotranspiração da cultura (ETc) observados durante o período de experimentação e coeficiente de cultura (Kc) utilizados, estão na Figura 8.

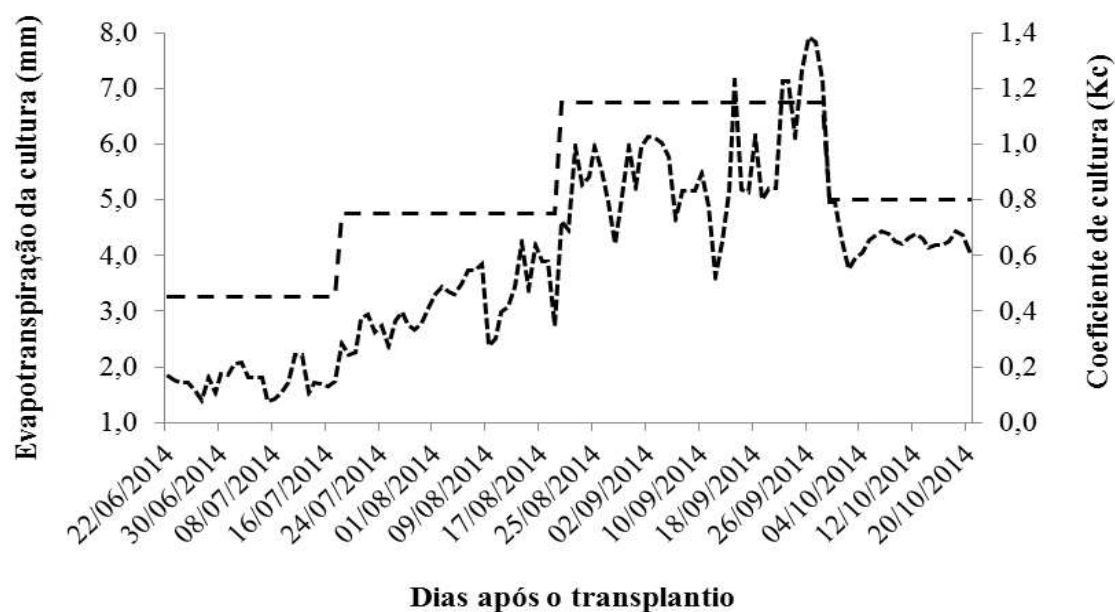


Figura 8 - Evapotranspiração da cultura (ETc) registrada durante o período de experimentação e coeficiente de cultura (Kc) utilizado.

A evapotranspiração da cultura média durante o período de cultivo do tomateiro cereja vermelho, foi de $3,8 \text{ mm dia}^{-1}$, sendo o mínimo e o máximo consumo hídrico de $1,39$ e $7,92 \text{ mm dia}^{-1}$ observados nos meses de julho e setembro, respectivamente. Segundo Doorenbos & Kassam (1979) a necessidade hídrica total do tomateiro dos 90 a 120 dias após o transplântio está entre 400 a 600 mm legitimando o consumo hídrico total deste estudo de 468,37 mm aos 120 dias após o transplante.

Reis et al. (2009) constataram estudando a evapotranspiração da cultura do tomateiro caqui cultivado em ambiente protegido, um consumo hídrico médio de $3,1 \text{ mm dia}^{-1}$ através de lisímetros de drenagem. Duarte et al. (2010) verificaram, aos 88 dias de cultivo, evapotranspiração da cultura de 477 mm e média máxima de $7,6 \text{ mm dia}^{-1}$ evidenciados no estágio de maturação de frutos, na cultivar Floradade sob adubação orgânica em condições de ambiente protegido.

4.3. Delineamento experimental e fatores estudados

Os tratamentos estudados se compunham pela combinação de dois fatores, cinco taxas de reposição de água no solo aplicadas com base na evapotranspiração da cultura (70, 85, 100 (testemunha), 115 e 130% da ETc) e três tipos de adubação (solo sem adubação (testemunha), solo adubado com NPK (mineral) e solo adubado com húmus de minhoca (orgânica)).

Nos tratamentos com adubação mineral foram aplicados, na fundação 0,306 g de N; 2,70 g de P; 1,68 g de K por parcela, sendo a adubação fosfatada toda aplicada na fundação; nas parcelas com adubação orgânica foi aplicado, na fundação, 0,8 L de húmus por parcela experimental.

O restante da adubação recomendada foi parcelado em quatro doses aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplântio (DAT), com as seguintes doses: 1,09 g de N e 1,68 g de K por parcela na adubação mineral, enquanto na adubação de cobertura orgânica foi aplicado 0,8 L de húmus por parcela.

Os tratamentos com fertilização química a adubação foi realizada com base na recomendação da análise de solo, o dobro do recomendado por Novais et al. (1991). Utilizaram-se como fontes de NPK, a ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

Nos tratamentos com adubação orgânica foi aplicado o total de 4,0 L de húmus de minhoca dissolvido em água para cada parcela, o que correspondeu a 20% do volume do vaso utilizado, o dobro do recomendado por (OLIVEIRA et al., 2011; MAIA et al., 2013).

Adotou-se o delineamento estatístico em blocos casualizados (DBC), com cinco repetições, de modo que os fatores estudados foram arranjados em esquema fatorial 5 x 3. Os 15 tratamentos foram disposto em 75 parcelas, ou seja, 75 vasos de 22,5 L espaçados 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre linhas, em que cada unidade experimental foi composta de um vaso com um dreno na parte inferior, contendo uma camada de dois cm de brita nº 1, recoberta com manta geotêxtil para facilitar a drenagem; os vasos foram completados com cerca de 22,0 kg de solo. Quando se observou drenagem da solução, esta voltou a ser depositada no seu respectivo vaso, para que não houvesse perdas de nutrientes.

4.4. Cultivar, produção de mudas, transplântio e tratos culturais

A cultivar de tomate utilizado foi a Cereja Vermelho de crescimento indeterminado, com frutos em formato globular, de coloração vermelha e pesando entre 18 a 25g, além de possui elevada produção, doçura e ácidos adequados para o consumo; e resistente a muitas pragas, principalmente a nematoides.

As mudas foram produzidas em bandejas de polietileno expandidas de 128 células, preenchidas com substrato comercial Plantmax[®] utilizando-se duas sementes por célula. O transplântio foi realizado com duas mudas por vaso, quando apresentavam quatro folhas definitivas, o que ocorreu por volta dos 25 dias após a semeadura.

Em função do tomateiro ser uma planta de hastes herbáceas e flexíveis, foi realizado o tutoramento através de barbantes mantendo a planta ereta na forma vertical, para evitar seu contato com o solo, de forma a reduzir os problemas fitossanitários.

Os brotos laterais que crescem nas axilas das folhas foram podados quando ainda estavam pequenos, e interferem no vigor vegetativo das plantas aumentando o consumo de nutrientes, o que contribui para a obtenção de frutos de melhor qualidade. Realizou-se controle fitossanitário para prevenir o aparecimento e a proliferação de doenças e pragas. Contra o surgimento e a proliferação de fungos foi aplicado o fungicida sistêmico Ridomil na proporção de 20 g para cada 20 L de água e o controle de insetos como a mosca branca, foi com o inseticida Prado 200, na quantidade de 5 ml para cada 10 L de água.

4.5. Variáveis analisadas

Avaliou-se o efeito dos tratamentos aplicados sobre as características de crescimento e produtivas do tomateiro tipo cereja vermelho aos 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio (DAT).

4.5.1 Variáveis de crescimento

Aos 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio avaliou-se a altura de plantas (AP), medida do colo até o ápice das plantas, com auxílio de fita métrica graduada em centímetros; o diâmetro de caule (DC) mensurado por meio de paquímetro digital graduado em milímetros, em que a leitura foi realizada no colo das plantas; o número de folhas (NF), através da contagem de todas as folhas da planta e área foliar (AF) obtida através da Equação 6, multiplicando-se o comprimento e a largura da folha pelo fator de correção adimensional, conforme Reis et al. (2013).

$$AF = C.L.f \quad (6)$$

Em que: AF - área foliar, em cm²;

C - comprimento da folha, em cm;

L - largura da folha, em cm; e

f - fator de correção (0,59), adimensional.

4.5.2 Taxas de crescimento

Determinaram-se as taxas de crescimento absoluto e relativo da altura de plantas e área foliar, aos 12, 36, 60, 84 e 108 dias após o transplântio (DAT), conforme a metodologia proposta por Benincasa (2003).

O cálculo da taxa de crescimento absoluto é importante para indicar a variação ou incremento do crescimento da cultura entre duas amostragens sucessivas, ao longo do ciclo, conforme a Equação 7.

$$TCA = \frac{L_2 - L_1}{T_2 - T_1} \quad (7)$$

Em que: TCA - taxa de crescimento absoluto da altura de plantas, em cm dia⁻¹;

TCA - taxa de crescimento absoluto da área foliar, em cm² dia⁻¹;

L - comprimento, em cm;

L - área, em cm²;

T - tempo, em dia; e

1 e 2 - amostras sucessivas.

A taxa de crescimento relativo representa o acréscimo no desenvolvimento da cultura em um intervalo de tempo por unidade de crescimento inicial, obtido conforme da Equação 8.

$$TCR = \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{T_2 - T_1} \quad (8)$$

Em que: TCR - taxa de crescimento relativo da altura de plantas, em cm cm⁻¹ dia⁻¹;

TCR - taxa de crescimento relativo da área foliar, em cm² cm⁻² dia⁻¹;

Ln - logaritmo neperiano;

L - comprimento, em cm;

L - área, em cm²;

T - tempo, em dia; e

1 e 2 - amostras sucessivas.

4.5.3 Fitomassa

A fitomassa fresca da parte aérea foi obtida pesando-se imediatamente a parte aérea da planta logo após a colheita, em balança de precisão de 0,01 g, aos 120 dias após o transplântio.

Para obtenção da fitomassa seca da parte aérea, adicionou-se a fitomassa fresca em embalagens de papel Kraft, devidamente identificadas e secadas em estufa com circulação de ar forçada a 65 °C até atingir peso constante, durante 96 horas; após completamente secas foram pesadas em balança analítica, com precisão de 0,01 g, aos 120 DAT.

4.5.4 Variáveis de produção

Foram avaliados: o número de flores abortadas por planta (NFAP) através de contagem direta; o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) com auxílio de refratômetro; o diâmetro transversal de frutos (DTF) e o diâmetro longitudinal de frutos (DLF) utilizando-se paquímetro digital; o número de frutos por planta (NFP) por meio de contagem direta e peso de frutos por planta (PFP) com auxílio de balança digital, aos 120 dias após o transplântio.

4.5.5 Correlação

Realizaram-se, aos 120 dias após o transplântio, correlação por meio de regressão e Pearson entre a área foliar (AF) e o peso de frutos por planta (PFP) e entre a área foliar e o número de flores abortadas por planta (NFAP).

4.6 Análise estatística

As variáveis foram submetidas à análise de variância pelo teste F, em nível de 1 e 5% de probabilidade. As variáveis significativas foram submetidas à regressão polinomial (linear e quadrática), para o fator quantitativo taxas de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc) sendo a escolha do modelo matemático baseada na significância dos parâmetros de regressão. Para o fator qualitativo tipos de adubação (TA), foi aplicado o teste de Tukey para comparação de médias, com auxílio do software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2008).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Variáveis de crescimento

5.1.1 Altura de plantas

O resumo da análise de variância para a altura de plantas (AP) de tomateiro tipo cereja em função de diferentes taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplantio (DAT), se encontra na Tabela 5.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para a altura de plantas (AP) do cultivo de tomateiro cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplantio.

Fonte de variação	G.L	----- Quadrado médio -----									
		Altura de plantas (cm)									
		12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
ETc	4	72,58**	162,88**	343,11**	1113,22**	1187,54**	2746,93**	1994,96**	3273,85**	3631,52**	3769,15**
Linear	1	0,12 ^{ns}	423,36**	730,40**	922,56**	3436,82**	7045,22**	5352,10**	8467,52**	9408,96**	9712,32**
Quadrática	1	161,74**	19,50 ^{ns}	236,80*	1987,21**	930,30**	11,34**	972,87*	3085,83*	3392,07*	3596,00*
TA	2	143,7**	4396,0**	8322,2**	10802,5**	15806,0**	40776,1**	72080,3**	71448,0**	78695,0**	81951,5**
ETc x TA	8	7,34 ^{ns}	46,36 ^{ns}	148,00**	271,14**	482,22**	655,57**	596,35*	1117,44 ^{ns}	1232,21 ^{ns}	1283,65 ^{ns}
Bloco	4	5,46	42,51	142,38	212,75	141,28	342,33	152,03	1488,68	1621,35	1707,15
Erro	56	3,62	41,17	46,71	77,72	92,73	155,04	228,66	544,17	601,63	622,52
C.V (%)	-	11,49	12,99	9,55	8,36	6,89	7,30	7,80	11,51	11,52	11,50
Méd. geral	-	16,57	49,41	71,54	105,50	139,78	170,53	193,93	202,69	212,89	217,04

^{ns} - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Para os fatores estudados evapotranspiração da cultura (ETc) e tipos de adubação (TA), observou-se efeito significativo sobre a altura de plantas em todas as épocas avaliadas a nível de 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 5).

A interação entre os fatores estudados (ETc x TA) foi significativa aos 36, 48, 60 e 72 dias após o transplantio a nível de 1% de probabilidade e a 5% aos 84 DAT. Observa-se ainda que a média geral foi crescente dos 12 aos 120 dias após o transplantio, sendo que dos 12 aos 72 DAT a média de crescimento entre as épocas foi 30,79 cm, superior quando comparada à média de crescimento das épocas no período dos 72 aos 120 DAT de 11,62 cm (Tabela 5).

Fato que pode ser justificado em função do parcelamento da adubação aplicada até os 60 dias após o transplantio e em decorrência do crescimento relativamente rápido do tomateiro. Prado et al. (2011) afirmam que até os 85 DAT a altura de plantas de tomate atingiu seu máximo 181,5 cm; mesmo assim, que as plantas continuam crescendo embora

com menos intensidade visto que a cultura despreendeu fotoassimilados para a produção e não mais para o crescimento em altura.

Reis et al. (2013) afirmam que o crescimento lento no início do ciclo ocorre em decorrência, provavelmente, das plantas gastarem grande parte da energia para fixação no solo, visto que nesta fase as raízes são o dreno preferencial dos fotoassimilados.

A altura de plantas em função do fator isolado evapotranspiração da cultura aos 12, 24, 96, 108 e 120 dias após o transplântio, se encontra na Figura 9A e B.

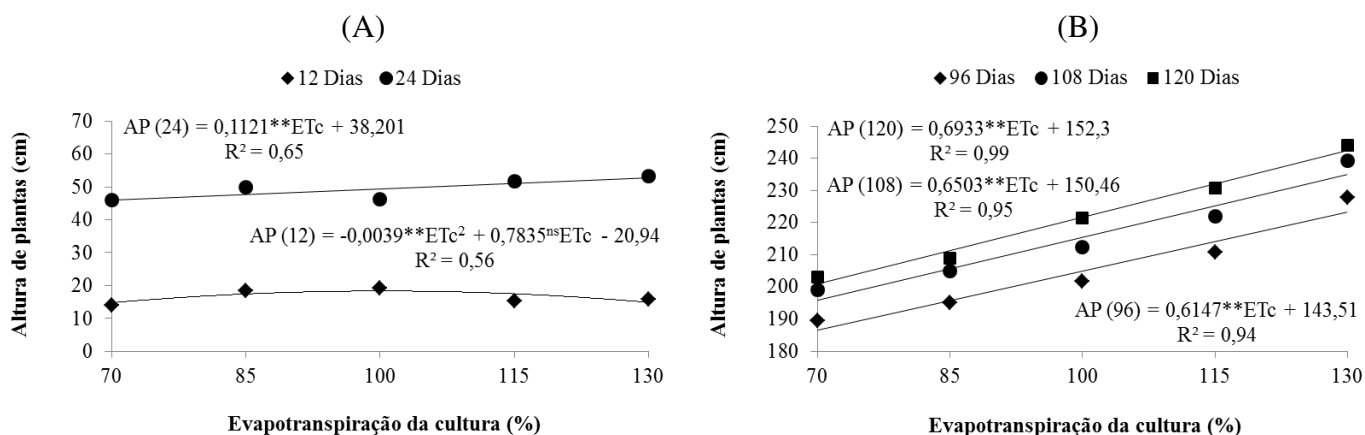


Figura 9 - Altura de plantas do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura aos 12 e 24 (A) e aos 96, 108 e 120 (B) dias após o transplântio.

De acordo com a equação de regressão (Figura 9A) aos 12 DAT a altura de plantas atingiu seu ponto de máximo 18,41 cm com 100,45% da ETc, o que proporcionou um incremento de 3,41 e 3,62 cm em relação à maior ETc 130% e a menor 70%, respectivamente.

Aos 24 DAT o modelo que melhor se ajustou foi o linear (Figura 9A) de forma que na medida em que se aumentou o percentual da evapotranspiração da cultura também se incrementou de forma positiva a altura de plantas, com acréscimo de 0,11 cm por incremento unitário na ETc, sendo a maior média de AP observada na reposição de 130%. De acordo com Taiz & Zeiger (2009) as maiores alturas de plantas são devidas ao suprimento hídrico adequado favorecendo a absorção de nutrientes pelas plantas sem a necessidade de gasto energético.

Aos 96, 108 e 120 DAT, o modelo matemático que melhor se ajustou à altura de plantas em função da ETc, foi o linear (Figura 9B). Constataram-se acréscimos de 0,61; 0,65 e 0,69 cm por incremento unitário na taxa de reposição da ETc, respectivamente, sendo que as maiores médias de AP foram 223,36; 234,99 e 242,43 cm evidenciadas na taxa de 130% da ETc, para as épocas de 96, 108 e 120 DAT, respectivamente.

Soares et al. (2011) também verificaram, estudando as taxas de crescimento de tomateiro sob lâminas de irrigação em ambiente protegido, acréscimo na altura de plantas do tomateiro, sendo o acréscimo por incremento unitário de ETr de 0,16 cm e o máximo crescimento em altura de plantas de 83,78 cm com a taxa de reposição da evapotranspiração real da cultura de 120%; entretanto, os valores de altura de plantas foram inferiores aos encontrados no presente estudo.

Santana et al. (2009; 2010) constataram redução da altura de plantas de tomateiro com o aumento na taxa de reposição de água no solo, resultado diferente do observado neste trabalho. Segundo Taiz & Zeiger (2009) a redução da altura de plantas pode estar relacionada ao fato do excesso de água no solo promover a asfixia das raízes reduzindo a absorção, contribuindo para a redução no crescimento e, conseqüentemente, menor eficiência do uso da água pelas plantas.

A altura de plantas em função dos tipos de adubação aos 12, 24, 96, 108 e 120 dias após o transplantio, se encontra na Figura 10. Nota-se efeito significativo a nível de 5% pelo teste de Tukey para a testemunha, NPK e o húmus de minhoca, sendo que o tratamento que resultou em maior altura de plantas ao longo das épocas de avaliação foi o húmus de minhoca, seguido do tratamento com NPK.

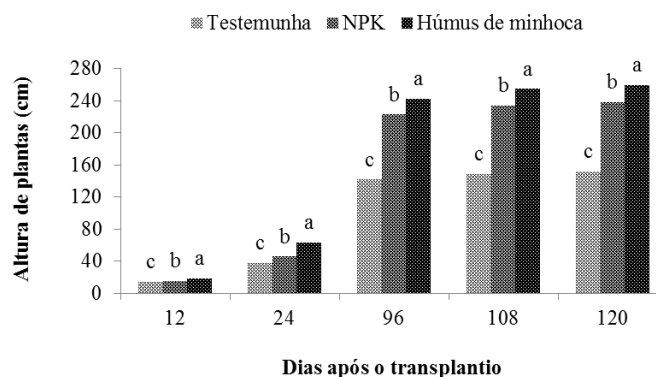


Figura 10 - Altura de plantas do tomateiro cereja em função dos tipos de adubação aos 12, 24, 96, 108 e 120 dias após o transplantio.

Oliveira et al. (2011) observaram que o húmus de minhoca favoreceu o crescimento em altura de plantas quando comparado aos tratamentos com NPK e testemunha; tal resultado se assemelha com o encontrado no presente estudo.

Os melhores resultados para o húmus de minhoca podem estar associados ao fato da grande quantidade de matéria orgânica presente no húmus tendo, como benefícios, uma estrutura melhor do solo; reduz a plasticidade e coesão, aumenta a capacidade de retenção de

água, ameniza a variação da temperatura do solo, aumenta a capacidade de troca catiônica e poder tampão (FINATTO et al., 2013).

O desdobramento da interação para a altura de plantas em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação está na Figura 11A, B, C, D e E; para o tratamento com húmus de minhoca aos 36 e 48 dias após o transplante, não foi verificada significância para nenhum dos modelos matemáticos utilizados.

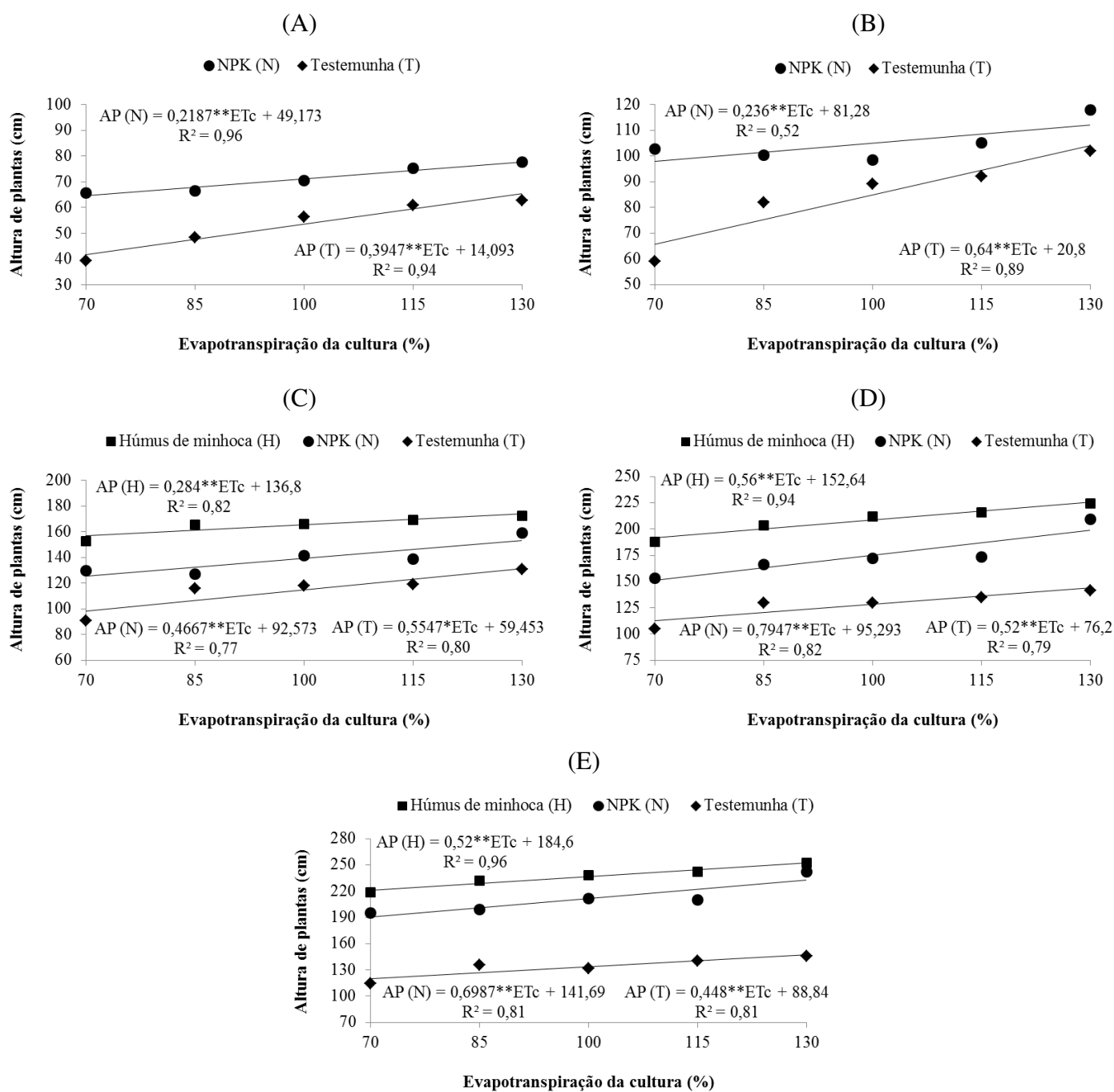


Figura 11 - Desdobramento da interação para a altura de plantas do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação, aos 36 (A), 48 (B), 60 (C), 72 (D) e 84 (E) dias após o transplântio.

A interação entre os fatores (ETc x TA) apresentou comportamento linear sobre a altura de plantas, em todas as épocas avaliadas (Figura 11). Observa-se que as taxas de reposição da evapotranspiração da cultura favoreceu a altura de plantas com as maiores alturas verificadas na reposição de 130% aos 36, 48, 60, 72 e 84 dias após o transplântio.

Observa-se, na Figura 11A, que o modelo matemático que melhor se ajustou foi o linear aos 36 DAT, sendo os acréscimos de 0,21 e 0,39 cm por incremento unitário na ETc e maiores médias de 77,60 e 65,40 cm constatadas na taxa de 130% da ETc, respectivamente, para o NPK e testemunha; já aos 48 DAT, o maior acréscimo por incremento da taxa de reposição foi verificado no tratamento testemunha, e a maior altura de plantas foi evidenciada na interação NPK e 130% da ETc, com média de 111,96 cm (Figura 11B).

A interação adubação com húmus de minhoca x ETc de 130% foi a que evidenciou os maiores valores em altura de plantas aos 60, 72 e 84 dias após o transplântio (Figuras 11C, D e E). Nota-se ainda que os maiores valores de altura foram 173,80; 225,44 e 252,20 cm, os acréscimos por incremento unitário de evapotranspiração da cultura corresponderam a 0,28; 0,56 e 0,52 cm respectivamente aos 60, 72 e 84 DAT.

As maiores médias em altura de plantas para a interação ETc x NPK foram obtidas com a taxa de reposição de 130% da ETc, correspondendo a 153,24; 198,61 e 232,52 cm, respectivamente, para os 60, 72 e 84 dias após o transplântio (Figuras 11C, D e E). Houve redução no crescimento de 11,82; 11,90 e 7,80% em relação às mesmas épocas de avaliação quando comparado ao tratamento com húmus de minhoca.

Em relação à interação ETc x Testemunha, os maiores rendimentos em altura de plantas também foram obtidos com a taxa de reposição de 130% aos 60, 72 e 84 DAT, com valores de 131,56; 143,80 e 147,08 cm, respectivamente. É possível verificar que as diferenças entre testemunha e NPK são de 14,15; 27,60 e 36,75%; já as diferenças percentuais entre testemunha e húmus de minhoca para a taxa de reposição de 130% foram de 24,30; 36,21 e 41,69% respectivamente, para os 60, 72 e 84 dias após o transplântio (Figuras 11C, D e E).

A superioridade dos resultados obtidos com o tratamento com húmus de minhoca possivelmente está relacionada ao fato do húmus ser rico em matéria orgânica e contribuir para a melhoria da estrutura física, química e biológica do solo, além de neutralizar o pH, elevando a concentração de macro e micronutrientes para as plantas, especialmente de N, P,

K, Ca e Mg e melhorando a resistência das plantas contra pragas e doenças (KIST et al., 2007).

Nota-se que dos 72 aos 84 dias após o transplântio o tratamento testemunha teve incrementos unitários inferiores ao tratamento com NPK, evidenciando a exaustão de nutrientes no solo, o que contribuiu para as menores alturas de plantas neste tratamento.

Matos et al. (2015) também observaram, ao estudar os aspectos agrônômicos do tomateiro sob diferentes lâminas de irrigação e adubação em ambiente protegido, aumento significativo na altura de plantas quando as lâminas de irrigação e adubação com húmus de minhoca foram associadas aos 96 dias após o transplântio.

Soares et al. (2013a) e Silva et al. (2013) relatam que a utilização de práticas de manejo de irrigação quando associada à adubação adequada contribui para obtenção de maior crescimento das plantas, uma vez que as mesmas estão sendo atendidas quanto as necessidades hídricas e nutricionais.

5.1.2 Diâmetro de caule

O resumo da análise de variância para a variável diâmetro de caule (DC) de tomateiro tipo cereja em função de diferentes taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio (DAT), se encontra na Tabela 6.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para o diâmetro de caule (DC) do cultivo de tomate cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio.

Fonte de variação	G.L	----- Quadrado médio -----									
		Diâmetro de caule (mm)									
		12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
ETc	4	2,20 ^{ns}	1,76 ^{**}	1,77 ^{ns}	1,87 ^{ns}	2,65 ^{**}	4,39 ^{**}	5,04 ^{**}	4,12 ^{**}	4,24 ^{**}	4,38 ^{**}
Linear	1	1,70 ^{ns}	3,08 ^{**}	4,06 ^{ns}	1,72 ^{ns}	9,12 ^{**}	12,09 ^{**}	14,10 ^{**}	13,50 ^{**}	13,86 ^{**}	14,16 ^{**}
Quadrática	1	1,37 ^{ns}	1,62 ^{ns}	1,32 ^{ns}	3,19 ^{ns}	0,57 ^{ns}	5,06 ^{**}	2,10 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,31 ^{ns}
TA	2	16,50 ^{**}	31,93 ^{**}	38,68 ^{**}	37,19 ^{**}	33,06 ^{**}	43,83 ^{**}	53,32 ^{**}	83,72 ^{**}	85,56 ^{**}	88,73 ^{**}
ETc x TA	8	0,88 ^{ns}	1,13 [*]	1,01 ^{ns}	4,36 ^{**}	0,71 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,83 ^{ns}	1,26 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,30 ^{ns}
Bloco	4	0,54	1,07	0,80	1,31	1,07	0,20	0,48	0,71	0,74	0,73
Erro	56	0,60	0,50	0,72	1,07	0,44	0,61	0,74	1,11	1,16	1,20
C.V (%)	-	16,15	10,18	10,40	11,93	7,01	8,02	8,57	10,24	10,25	10,32
Méd. geral	-	4,83	6,96	8,19	8,70	9,47	9,78	10,04	10,31	10,51	10,61

^{ns} - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; ^{*} ; ^{**} Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Observou-se efeito significativo da evapotranspiração da cultura para a variável diâmetro de caule em nível de ($p < 0,01$) aos 24, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio; já para o fator tipos de adubação, o efeito foi significativo a ($p < 0,01$) pelo teste F para o diâmetro de caule, em todas as épocas de avaliação (Tabela 6).

Verificou-se efeito significativo para a interação entre evapotranspiração da cultura e tipos de adubação (ETc x TA) a nível de ($p < 0,05$ e $p < 0,01$) respectivamente, aos 24 e 48 dias após o transplântio; ressalta-se que a média geral do diâmetro de caule foi crescente dos 12 aos 120 DAT.

As médias para o diâmetro de caule em função do fator isolado evapotranspiração da cultura aos 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio, se encontram nas Figuras 12A e B.

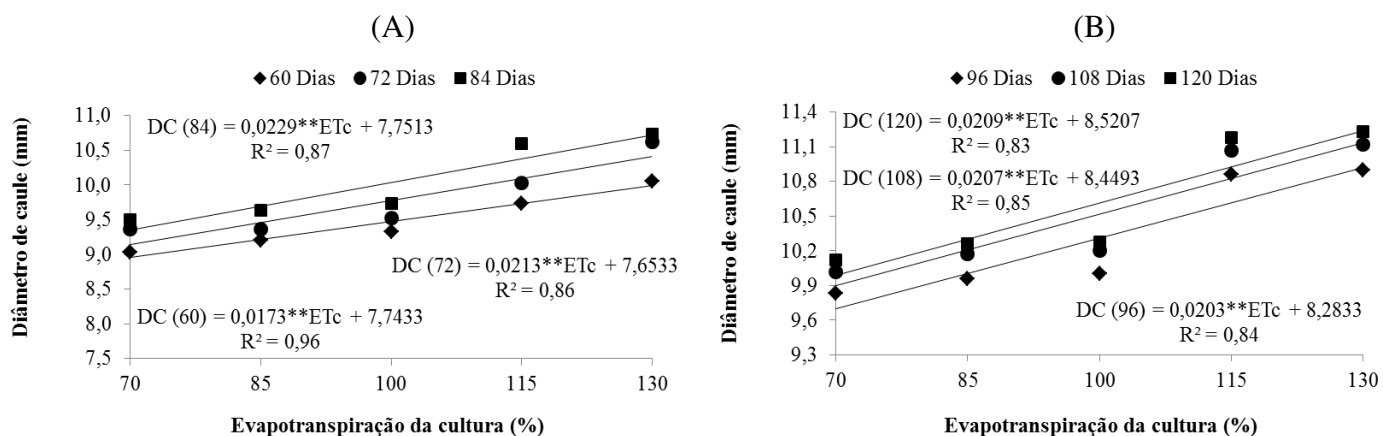


Figura 12 - Diâmetro de caule do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura aos 60, 72 e 84 (A) e aos 96, 108 e 120 (B) dias após o transplântio.

De acordo com a equação de regressão para o diâmetro de caule (DC) o modelo matemático linear foi o que melhor se ajustou ao fator isolado evapotranspiração da cultura, aos 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio (Figuras 12A e B).

O maior diâmetro do caule aos 60, 72 e 84 DAT foi observado na ETc de 130% correspondendo a 9,99; 10,53 e 10,73 mm, respectivamente (Figura 12A) sendo que os acréscimos por incremento unitário da ETc foram de 0,017; 0,021 e 0,022 mm aos 60, 72 e 84 dias após o transplântio.

Aos 96; 108 e 120 dias após o transplântio, os maiores valores em diâmetro de caule foram constatados também na ETc de 130%, com valores de 10,93; 11,14 e 11,24 mm, respectivamente (Figura 12B). Nota-se crescimento gradativo ao longo do ciclo de cultivo do tomate cereja em ambiente protegido fato que, provavelmente, está associado ao maior fornecimento hídrico, de maneira a atender à demanda hídrica da cultura, de vez que o

diâmetro do caule está diretamente relacionado ao aumento da taxa de reposição de água no solo (SANTANA et al., 2010).

Santana et al. (2010) observaram ser a lâmina de 100% de reposição de água a que evidenciou os maiores diâmetros de caule aos 55, 70, 85 e 100 dias após o transplantio; os autores afirmam que tanto o excesso quanto o déficit hídrico provoca redução no crescimento em diâmetro caulinar de tomate. Porém, Pires et al. (2009) ao estudar o efeito de seis níveis de reposição hídrica no desenvolvimento e na produção de tomate em ambiente protegido, relatam não ter observado efeito significativo para o diâmetro do caule em avaliações realizadas aos 43 e 99 dias após o transplantio.

O diâmetro de caule em função dos tipos de adubação isolados aos 12, 36, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplantio, se encontra na Figura 13A. O desdobramento da interação para o diâmetro de caule em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação NPK e testemunha está na Figura 13B.

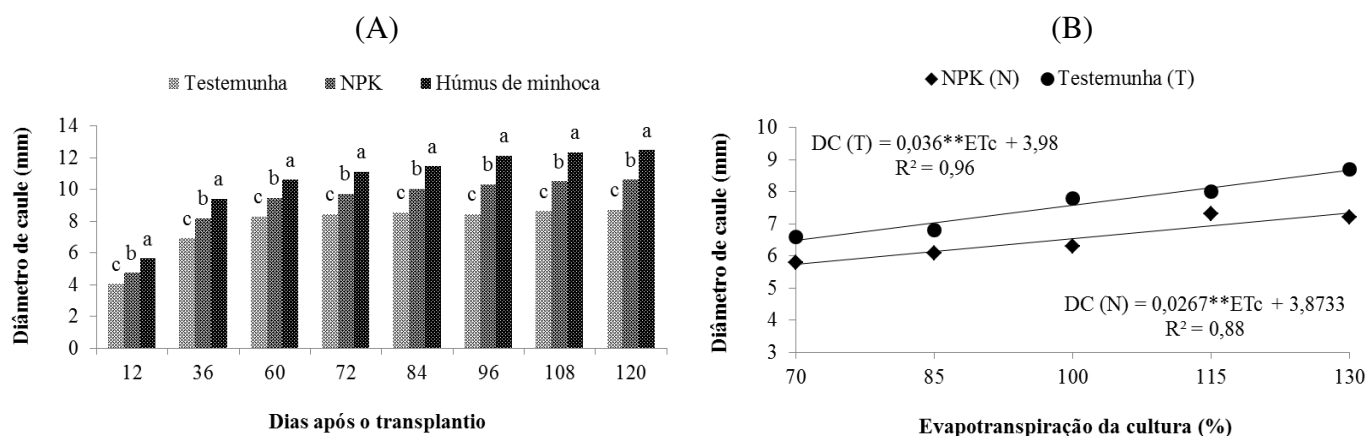


Figura 13 - Diâmetro de caule do tomateiro cereja em função dos tipos de adubação aos 12, 36, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 (A) e interação para as taxas de reposição da evapotranspiração da cultura com NPK aos 24 e testemunha aos 48 (B) dias após o transplantio.

Ocorreu efeito significativo a nível de 5% pelo teste de Tukey para o diâmetro de caule em função dos tipos de adubação para as avaliações realizadas aos 12, 36, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplantio (Figura 13A). Nota-se que a melhor resposta das plantas foi constatada quando submetidos ao tratamento com adubação húmus de minhoca, diferindo das demais, a qual proporcionou diferenças de 1,62; 2,49; 2,30; 2,65; 2,92; 3,66; 3,70 e 3,77 mm a mais quando comparado ao tratamento testemunha.

Para Oliveira et al. (2011) e Linhares et al. (2014) o húmus de minhoca por possuir elevada concentração de nitratos, contribui para o melhor desenvolvimento das plantas, visto que esta é a forma mais prontamente disponível e, conseqüentemente, mais assimilável pelas plantas. Outro fator que deve ser levado em consideração na escolha do tipo de adubação

utilizada é a relação custo benefício, já que o húmus é uma alternativa viável em decorrência da redução dos custos, haja vista que sua aquisição pode ser dentro da própria propriedade rural (AZEVEDO et al., 2009).

O desdobramento da interação entre os fatores estudados para o diâmetro de caule em função do tratamento NPK aos 24 DAT (Figura 13B) evidenciou aumento em função da ETc sendo a equação que melhor se ajustou foi a linear com maior média de 7,34 mm observada na reposição de 130% da ETc. Constatou-se ainda, de acordo com a equação de regressão para o NPK, que a taxa de acréscimo por incremento unitário de ETc foi de 0,026 mm. Segundo Papadopoulos (1991) os tratamento com nitrogênio promovem incremento no vigor das plantas estando diretamente relacionado ao crescimento em diâmetro caulinar.

As médias da interação para o diâmetro de caule em função do tratamento testemunha aos 48 DAT (Figura 13B) se ajustaram melhor ao modelo linear com taxa de acréscimo por incremento unitário da evapotranspiração da cultura de 0,036 mm, sendo que o maior diâmetro de caule foi verificado na taxa de reposição da ETc de 130% correspondendo a 8,66 mm. O tratamento testemunha apresentou maiores valores em diâmetro do que o NPK relacionados às diferentes épocas de avaliação dos tratamentos.

De acordo com Taiz & Zeiger (2009) quando a planta tem seu consumo hídrico suprido de forma adequada, aumenta a taxa de alongamento celular devido à turgescência da célula, o que favorece o crescimento em diâmetro de caule.

Brito et al. (2015) relatam que para a variável diâmetro de caule, o efeito do aumento da disponibilidade hídrica é mais expressivo com acréscimos lineares de 5,37 e 7,33% por aumento em 20% da ETr, ou seja, o DC das plantas irrigadas com 120% da ETr em relação à menor lâmina (60%) teve incremento de 21,48% (1,98 mm) e 29,32% (2,82 mm), respectivamente, para as fases vegetativa e de floração; resultado este que condiz com os encontrados no presente estudo.

5.1.3 Número de folhas

A Tabela 7 evidencia o resumo da análise de variância para o número de folhas de plantas de tomate cereja em diferentes taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF) do cultivo de tomateiro cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio.

Fonte de variação	G.L	----- Quadrado médio -----									
		Número de folhas									
		12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
ETc	4	4,24**	1,28 ^{ns}	0,78 ^{ns}	15,78**	12,91**	12,88*	20,86 ^{ns}	6,21 ^{ns}	6,21 ^{ns}	6,21 ^{ns}
Linear	1	1,30*	1,70 ^{ns}	0,32 ^{ns}	11,76**	22,42**	3,22 ^{ns}	35,52 ^{ns}	18,03 ^{ns}	18,02 ^{ns}	18,03 ^{ns}
Quadrática	1	9,21**	0,01 ^{ns}	0,38 ^{ns}	20,74**	12,87*	38,57**	5,83 ^{ns}	1,22 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,22 ^{ns}
TA	2	3,69**	92,33**	92,64**	163,89**	500,85**	803,64**	1865,05**	2370,52**	2370,52**	2370,52**
ETc x TA	8	0,47 ^{ns}	2,01 ^{ns}	5,94**	3,77**	6,05 ^{ns}	8,49 ^{ns}	27,98 ^{ns}	21,20*	21,20*	21,20*
Bloco	4	0,08	0,38	0,38	0,32	3,18	0,51	15,66	3,85	3,84	3,85
Erro	56	0,32	1,34	1,36	1,15	3,18	5,16	15,08	9,20	9,20	9,20
C.V (%)	-	10,90	10,37	8,28	6,28	8,24	9,42	14,21	10,58	10,96	11,81
Méd. geral	-	5,21	11,17	14,12	17,10	21,65	24,12	27,33	28,68	27,70	25,65

^{ns} - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; *; ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Verifica-se que o fator evapotranspiração da cultura foi significativo aos 12, 48, 60 e 72 dias após o transplântio, a nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F. Quanto aos tipos de adubação utilizados, influenciaram significativamente o número de folhas, em todas as épocas de avaliação ao longo da ontogenia a 1% de probabilidade.

A interação entre (ETc x TA), influenciou significativamente a quantidade de folhas aos 36 e 48 DAT em nível de 1% e aos 96, 108 e 120 dias após o transplântio, a nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A média geral do número de folhas foi crescente dos 12 aos 96 dias após o transplântio, ocorrendo redução na quantidade de folhas, dos 108 aos 120 dias, fato este devido as folhas mais velhas das plantas iniciarem o processo de senescência.

O número de folhas em função do fator isolado evapotranspiração da cultura aos 12, 60 e 72 DAT e em função dos tipos de adubação isolados aos 12, 24, 60, 72 e 84 dias após o transplântio, se encontra na Figura 14A e B.

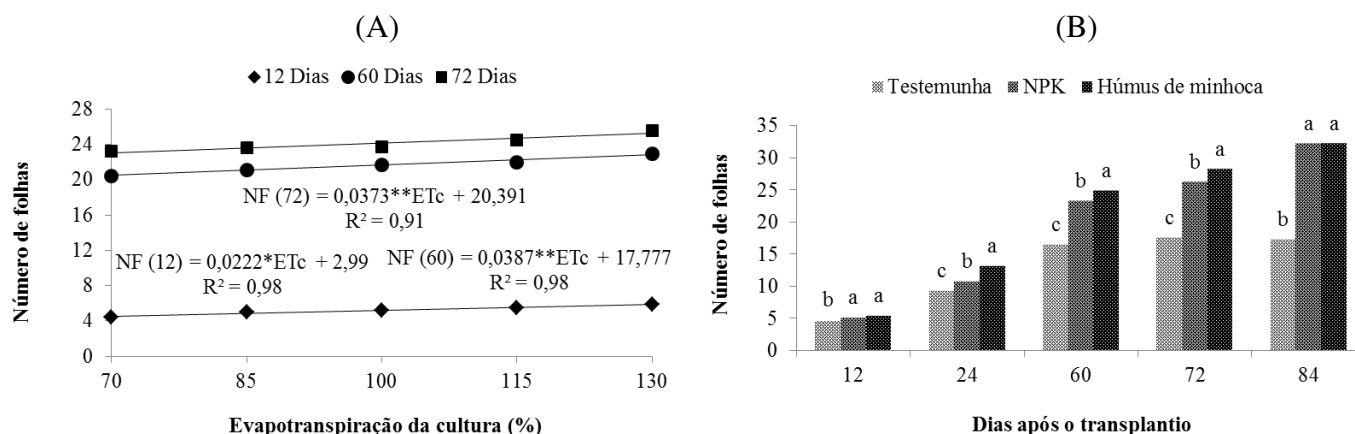


Figura 14 - Número de folhas do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura aos 12, 60 e 72 (A) e em função dos tipos de adubação aos 12, 24, 60, 72 e 84 (B) dias após o transplantio.

O número de folhas aumentou linearmente com o incremento da ETc, sendo que a cada 1% de acréscimo na taxa de reposição da ETc, ocorreu um aumento de 0,022, 0,038 e 0,037 folhas aos 12, 60 e 72 DAT, respectivamente. Os maiores números de folhas foram observados nas plantas irrigadas com 130% da ETc, com médias de 5,87; 22,80 e 25,24 folhas por planta, respectivamente, aos 12, 60 e 72 dias após o transplantio, Figura 14A.

Soares et al. (2011) constataram acréscimo de 9,84% sobre o número de folhas por aumento da disponibilidade hídrica em 20% da ETr, significando que nas plantas irrigadas com a lâmina de 120% da evapotranspiração real, resultou em um aumento de 29,45% no número de folhas de tomateiro quando comparada ao da lâmina de 60% da ETr.

Para Taiz & Zeiger (2013) a quantidade menor de folhas de plantas quando submetidas à menor lâmina de irrigação, pode estar relacionada ao mecanismo de adaptação das plantas quando submetidas ao estresse hídrico, resultando em decréscimo do número de folhas; este processo é de fundamental importância para reduzir a perda de água, contribuindo para o fechamento estomático.

Quanto aos tipos de adubação isolados, Figura 14B, o NPK e o húmus de minhoca influenciaram o aumento no número de folhas dos 12 aos 84 DAT, sendo que esses dois tipos de adubação não diferiram entre si aos 12 e 84 DAT; já para o tratamento testemunha o número de folhas foi crescente até os 72 dias após o transplantio.

Oliveira et al. (2011) relatam incremento no número de folhas de tomate quando submetido a adubos orgânicos, sendo a composição com 20% de adubo orgânico a que melhor favoreceu a emissão de folhas no tomateiro.

O desdobramento da interação entre as taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e os tipos de adubação para o número de folhas aos 36, 48, 96, 108 e 120 dias após o transplântio, se encontram nas Figuras 15A, B e C.

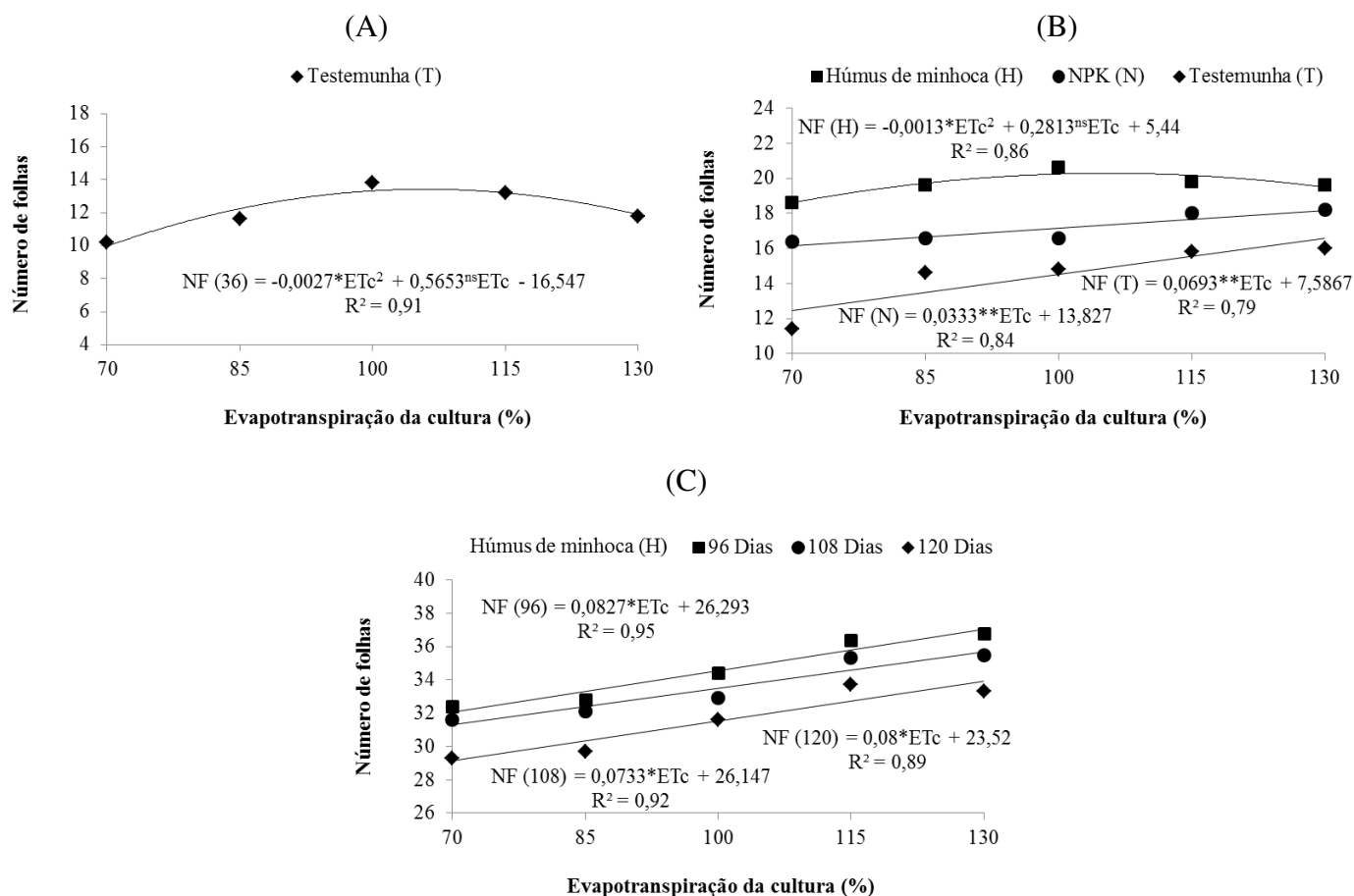


Figura 15 - Desdobramento da interação para o número de folhas do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação aos 36 (A), 48 (B) e aos 96, 108 e 120 (C) dias após o transplântio.

A interação entre a ETc com o tipo de adubação testemunha aos 36 dias após o transplântio, Figura 15A, apresentou comportamento quadrático com máximo rendimento em 104, 68% da ETc; esta taxa de reposição proporcionou maior número de folhas 13,04, a partir de então, com declínio no número de folhas com o aumento na evapotranspiração da cultura.

Alves et al. (2011) verificaram, em seu estudo, que o número de folhas de tomate aumenta com o incremento unitário no volume de água aplicado; cuja taxa de incremento foi 0,020 folhas; já Prado et al. (2011) relatam que aos 35 dias após o transplântio o tomateiro tinha 15,19 folhas por planta, valor este superior ao observado no presente estudo, é provável que este fato esteja relacionado à maior quantidade de nutrientes fornecida em seu experimento quando comparada ao nosso tratamento testemunha.

Observaram-se efeito da interação entre as taxas de reposição da ETc com o húmus de minhoca aos 48 dias após o transplantio (Figura 15B). O modelo quadrático foi o que melhor se ajustou, com máximo rendimento obtido com a taxa de 108,19% da ETc, correspondendo à média de 20,66 folhas.

Para a testemunha o comportamento foi linear, sendo o maior número de folhas de 16,59 observado na ETc de 130% e o incremento unitário na taxa de evapotranspiração resultou em um acréscimo de 0,069 folhas por planta; comportamento semelhante ocorreu para a interação ETc x NPK, com máximo desempenho na taxa de reposição de 130% e o incremento unitário com acréscimo de 0,033 folhas por planta (Figura 15B) . É possível notar que o número de folhas emitidas é diretamente proporcional à taxa de reposição da evapotranspiração da cultura.

Matos et al. (2015) constataram, em seu estudo, que a lâmina de 130% da ETc proporcionou maior desempenho para o número de folhas de tomate cereja, com incremento unitário por acréscimo na ETc de 0,07 folhas por planta, resultados esses que se assemelham aos obtidos no presente estudo, porém com menor acréscimo.

Segundo Andriolo et al. (2004) o crescimento do tomateiro em número de folhas é elevado quando a cultura é submetida à adubação com fontes ricas em nitrogênio, fato verificado nos tratamentos com húmus de minhoca e NPK, em que a associação desses tratamentos com a evapotranspiração da cultura proporcionou incrementos no número de folhas.

O número de folhas em função da adubação com húmus de minhoca teve comportamento linear aumentado com o incremento da evapotranspiração da cultura, com as maiores médias de 37,04; 35,67 e 33,92 folhas por planta observadas na reposição de 130% e incrementos por unidade de ETc de 0,082; 0,073 e 0,080, respectivamente, aos 96, 108 e 120 dias após o transplantio, Figura 15C.

A tentativa de reduzir o custo de produção e os impactos negativos na balança comercial brasileira no que se refere ao uso de adubos químicos, algumas tentativas têm sido feitas para utilizar adubos alternativos diretamente no solo, uma das quais é a utilização de adubos orgânicos de baixo custo, e um deste é o húmus de minhoca rico em nutrientes favorecendo o desenvolvimento das plantas (ASSAD et al., 2006).

A associação da adubação orgânica com taxa de reposição da ETc contribuiu significativamente para o crescimento em número de folhas das plantas de tomateiro, fato que pode estar intimamente relacionado à maior disponibilidade de água e nutrientes prontamente assimilável pelas plantas (FILGUEIRA, 2008; TAIZ & ZEIGER, 2013).

5.1.4 Área foliar

O resumo da análise de variância para a área foliar (AF) do tomateiro tipo cereja em função de diferentes taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio (DAT), se encontra nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8 - Resumo da análise de variância para a área foliar (AF) do cultivo de tomateiro cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 12, 24, 36, 48 e 60 dias após o transplântio.

Fonte de variação	G.L	----- Quadrado médio -----				
		Área foliar (cm ²)				
		12	24	36	48	60
ETc	4	8226,99 ^{ns}	566590,83 ^{**}	2227895,43 ^{**}	12859947,00 ^{**}	17838318,23 ^{**}
Linear	1	7755,85 ^{ns}	849715,50 ^{**}	3173529,91 ^{**}	873314,54 ^{ns}	138678,72 ^{ns}
Quadrática	1	47,60 ^{ns}	198961,92 ^{ns}	1814114,45 [*]	39055336,87 ^{**}	60048735,24 ^{**}
TA	2	95204,13 ^{**}	35414853,34 ^{**}	157438093,92 ^{**}	338593527,16 ^{**}	598585837,45 ^{**}
ETc x TA	8	10581,22 ^{ns}	1554650,84 ^{**}	12044238,26 ^{**}	8634839,58 ^{**}	12698633,95 ^{**}
Bloco	4	7067,97	109039,32	180503,35	75395,35	599088,55
Erro	56	9458,51	127132,28	421073,34	282937,94	703433,32
C.V (%)	-	42,26	15,55	12,67	7,79	9,60
Méd. geral	-	230,15	2293,06	5122,11	6827,90	8732,63

^{ns} - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; ^{*}; ^{**} Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Tabela 9 - Resumo da análise de variância para a área foliar (AF) do cultivo de tomateiro cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio.

Fonte de variação	G.L	----- Quadrado médio -----				
		Área foliar (cm ²)				
		72	84	96	108	120
ETc	4	27785224,92 ^{**}	16875815,84 ^{**}	26002367,47 ^{**}	24516259,77 ^{**}	21705551,60 ^{**}
Linear	1	2865549,39 ^{ns}	507,47 ^{ns}	1897897,53 ^{ns}	1581128,26 ^{ns}	1034528,93 ^{ns}
Quadrática	1	100208553,32 ^{**}	60758171,78 ^{**}	99515654,73 ^{**}	94148304,65 ^{**}	83858943,60 ^{**}
TA	2	813580688,55 ^{**}	1.17092149E+0009 ^{**}	1.38690789E+0009 ^{**}	1.32805351E+0009 ^{**}	1.21422428E+0009 ^{**}
ETc x TA	8	19484925,13 ^{**}	18575585,75 ^{**}	23450526,40 ^{**}	21944834,05 ^{**}	19097707,30 ^{**}
Bloco	4	269931,18	5568165,42	1124751,15	1099349,10	1050602,39
Erro	56	871591,83	4234801,86	1929287,22	1904819,67	1857579,65
C.V (%)	-	9,50	18,34	11,68	11,99	12,68
Méd. geral	-	9823,04	11222,14	11892,21	11510,86	10748,19

^{ns} - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; ^{*}; ^{**} Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Verifica-se efeito significativo da evapotranspiração da cultura sobre a variável área foliar ($p < 0,01$) aos 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 dias após o transplântio; já para o fator tipos de adubação o efeito foi significativo ($p < 0,01$) para a área foliar, em todas as épocas de avaliação pelo teste F. Constatou-se efeito significativo para a interação entre evapotranspiração da cultura e tipos de adubação (ETc x TA) a nível de ($p < 0,01$) aos 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 DAT (Tabelas 8 e 9). A interação entre as taxas de reposição da ETc com o tipo de adubação testemunha não foi significativa para nenhuma das épocas avaliadas em nível de 1 e 5% pelo teste F.

Da mesma forma que ocorreu com o número de folhas, a média geral da área foliar foi crescente dos 12 aos 96 DAT entre cada época, ocorrendo redução da área foliar das plantas aos 108 e 120 dias após o transplântio.

A área foliar em função dos tipos de adubação aos 12 dias após o transplântio se encontra na Figura 16. Houve efeito significativo a nível de 5% pelo teste de Tukey, sendo que o tratamento que resultou em maior área foliar foi o húmus de minhoca, correspondendo a $288,0 \text{ cm}^2$, porém não diferiu do NPK, diferindo apenas do tratamento testemunha.

Possivelmente a adubação orgânica proporciona melhor crescimento em área foliar em decorrência da ação de microrganismos que estão presentes no húmus de minhoca, contribuindo com o suprimento de elementos minerais e químicos de que os vegetais necessitam para completar seu desenvolvimento (MAIA et al., 2013).

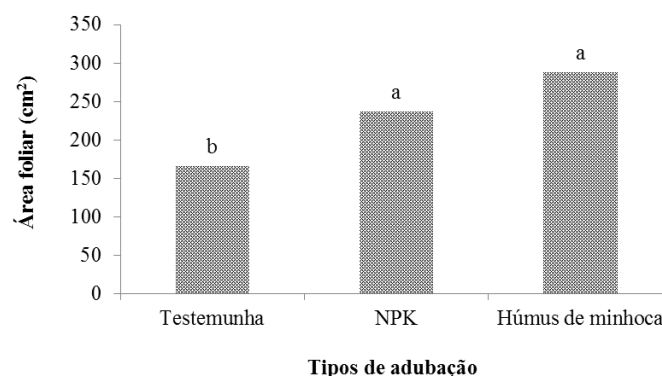


Figura 16 - Área foliar do tomateiro cereja em função dos tipos de adubação aos 12 dias após o transplântio.

O desdobramento da interação para os fatores estudados teve comportamento linear sobre a área foliar dos 24 aos 72 DAT. Observa-se que as taxas de reposição da evapotranspiração da cultura favoreceu a área foliar, sendo os maiores valores desta variável constatadas na reposição de 130% da ETc aos 24, 36, 48, 60 e 72 dias após o transplântio (Figura 17A, B, C e D).

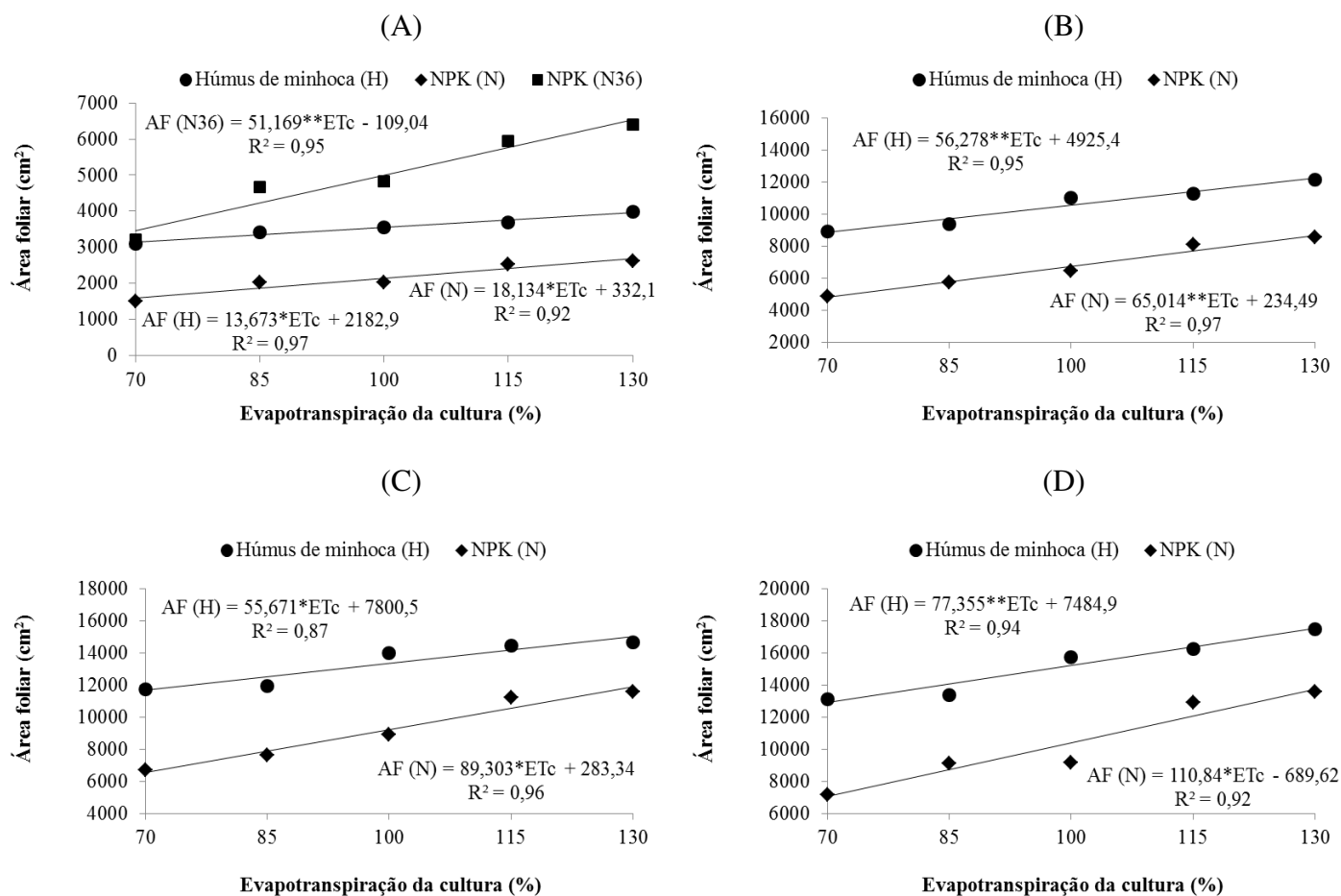


Figura 17 - Desdobramento da interação para a área foliar do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação aos 24 e 36 (A), 48 (B), 60 (C) e aos 72 (D) dias após o transplantio.

Verifica-se, na Figura 17A, que o modelo matemático que melhor se ajustou foi o linear, para a interação adubação com húmus de minhoca aos 24 e NPK aos 24 e 36 dias após o transplantio, cujas maiores médias de área foliar foram evidenciadas nas plantas submetidas a 130% da ETc, com valores de 3960,39; 2689,52 e 6542,93 (6761,01) cm² e incrementos por aumento de 1% na taxa de reposição de 13,67; 18,13 e 51,16 cm², respectivamente, para as épocas estudadas.

Observa-se que aos 48, 60 e 72 dias após o transplantio, as plantas que foram submetidas ao tratamento com NPK proporcionaram maior incremento unitário na área foliar por acréscimo de 1% na evapotranspiração da cultura quando comparado ao tratamento com húmus de minhoca, sendo as maiores médias de área foliar de 12241,54; 15037,73 e 17541,05 cm² evidenciadas nas plantas submetidas à taxa de reposição de 130% da ETc e adubadas com húmus de minhoca, respectivamente.

Os modelos lineares crescentes geralmente são observados nas plantas até a emissão da inflorescência das culturas, em virtude da planta realizar emissão e expansão de folhas, de forma contínua até a fase de florescimento, não sendo verificado estacionamento do crescimento da área foliar (COSTA et al., 2012).

De acordo com Gonzalez-Sanpedro et al. (2008) o acréscimo na área foliar favorece a planta na capacidade de aproveitar a energia solar e melhorar o processo fotossintético, auxiliando na estimativa da evapotranspiração.

Cerqueira et al. (2015) afirmam, ao estudar a produção de mudas de tomate em diferentes substratos, que a área foliar teve bom desempenho quando submetida a adubação com tratamentos contendo húmus de minhoca, resultado condizente ao relatado neste trabalho.

A interação entre os fatores estudados taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação, apresentou comportamento quadrático sobre a área foliar do tomateiro cereja, aos 84, 96, 108 e 120 dias após o transplantio (Figura 18).

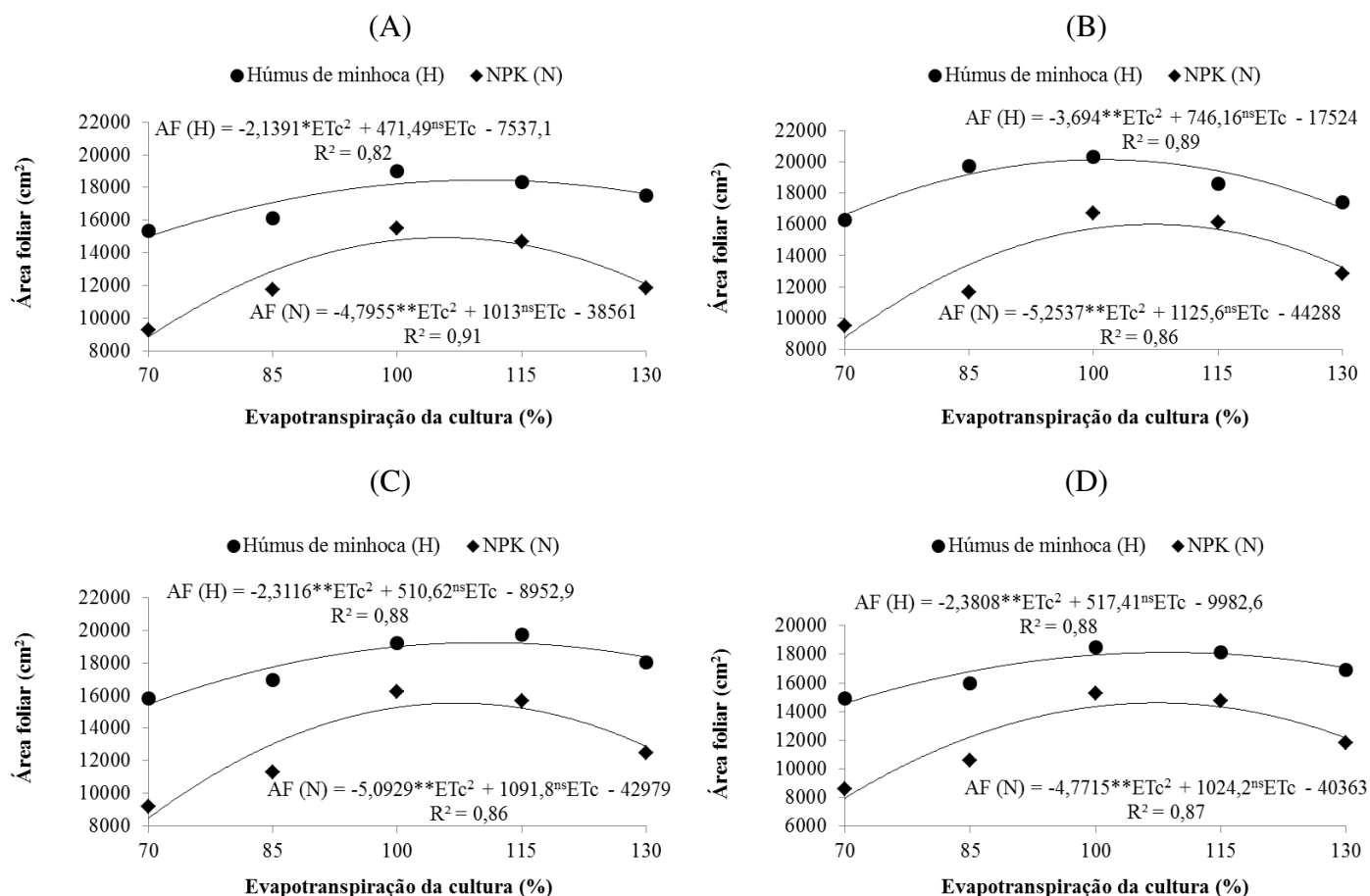


Figura 18 - Desdobramento da interação para a área foliar do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação aos 84 (A), 96 (B), 108 (C) e 120 (D) dias após o transplantio.

Conforme o modelo de regressão obtido para os 84, 96, 108 e 120 DAT (Figura 18A, B, C e D), o modelo que melhor se ajustou à área foliar, foi o quadrático, sendo o máximo rendimento em área foliar alcançado nas plantas adubadas com húmus de minhoca e irrigadas com 110,20; 100,99; 110,44 e 108,66% da ETc, correspondendo a 18443,78; 20155,67; 19176,93 e 18129,08 cm², respectivamente; a partir desses valores de ETc houve decréscimo da área foliar.

O fato das épocas iniciais terem comportamento linear e o final quadrático, pode estar relacionado com as fases fenológicas, de vez que dos 84 aos 120 dias as plantas estão na fase de frutificação com maior consumo hídrico para enchimento dos frutos.

Figuerôa et al. (2004) afirmam que a umidade do ambiente é um dos fatores determinantes para a área foliar de uma planta, sendo esta maior em ambientes úmidos e menor em ambientes áridos, fato contrário ao observado neste estudo, em que nas plantas, quando foram submetidas a um teor de umidade do solo de 130% da ETc, ocorreu declínio acentuado da área foliar, quando comparado àquelas irrigadas com a taxa de 100% da ETc.

A área foliar é de grande relevância como indicativo para estimar a produção de culturas, fato que pode estar associado ao processo fotossintético realizado pelas plantas estando fortemente conectado à interceptação da energia luminosa e, conseqüentemente, da sua conversão em energia química. Deste modo, a eficiência da fotossíntese é subordinada à taxa de fotossíntese por unidade de área foliar e da interceptação da radiação solar (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Pires et al. (2009) verificaram, estudando o tomateiro cultivar Sahe em casa de vegetação, sob irrigação por gotejamento, efeito crescente das lâminas de irrigação sob a área foliar da cultura. Segundo Morselli (2001) a adubação orgânica altera a capacidade de retenção hídrica dos solos melhorando, desta forma, a disponibilidade de água e nutrientes prontamente disponíveis para as plantas, o que favorece o crescimento em área foliar das culturas.

5.1.5 Taxas de crescimento

5.1.5.1 Taxa de crescimento absoluto da altura de plantas

As médias referentes à taxa de crescimento absoluto da altura de plantas (TCAAP) em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura dentro de cada tipo de adubação utilizado no experimento, aos 12, 36, 60, 84 e 108 dias após o transplântio, se encontram na Figura 19.

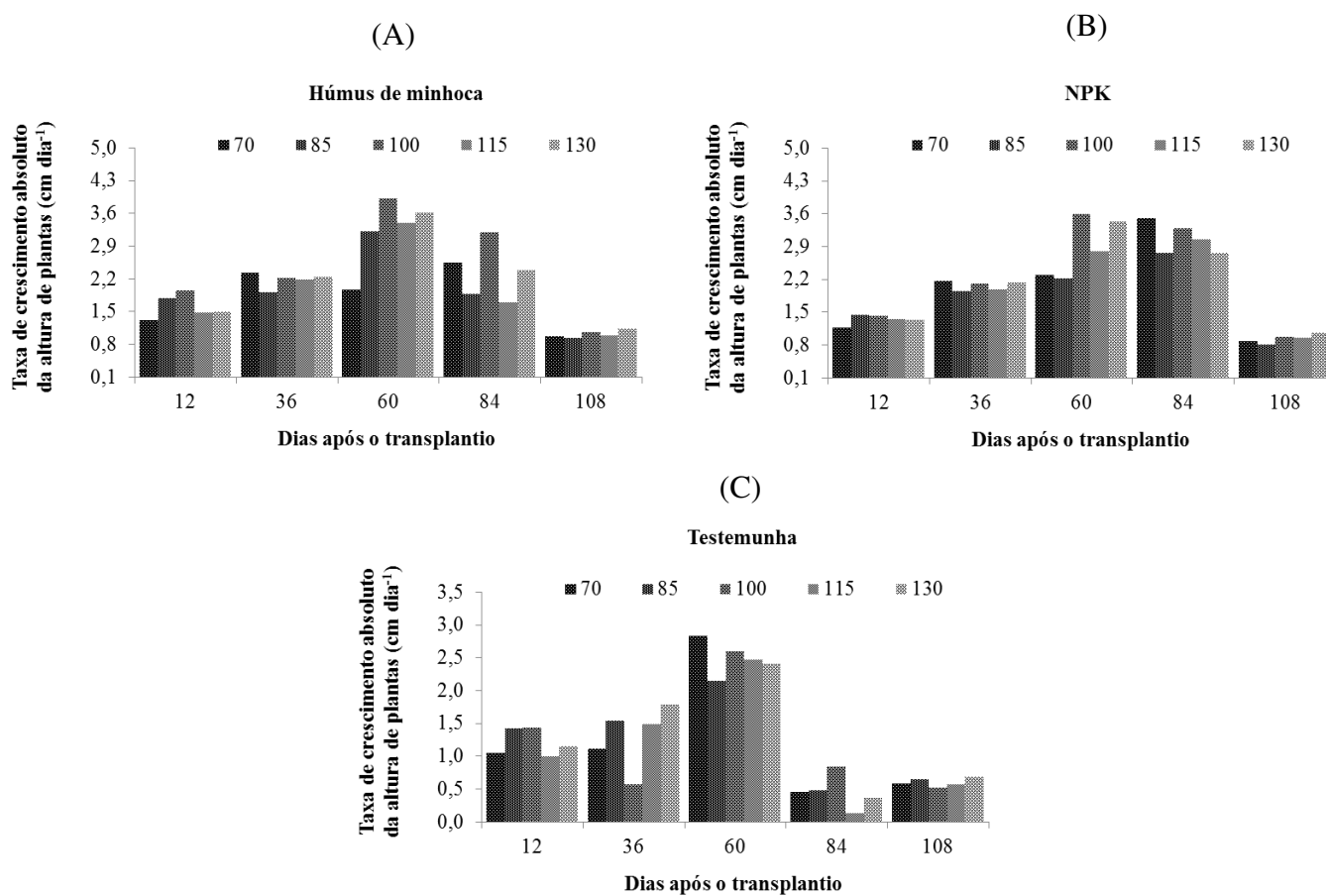


Figura 19 - Médias referentes à taxa de crescimento absoluto da altura de plantas (TCAAP) em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura dentro de cada tipo de adubação, húmus de minhoca (A), NPK (B) e testemunha (C).

Nas plantas submetidas à adubação com húmus de minhoca, Figura 19A, observa-se que a taxa de crescimento absoluto em altura foi crescente dos 12 aos 60 DAT e decrescente dos 60 aos 108 dias após o transplântio. A maior média foi de 3,92 cm dia⁻¹ constatada nas plantas irrigadas com a reposição de 100% da ETc aos 60 DAT, sendo as médias dos 12 aos 108 DAT de 1,82, 1,94, 2,47, 1,94 e 2,17 cm dia⁻¹, respectivamente, para as reposições de 70, 85, 100, 115 e 130 da ETc.

Freire et al. (2012) relatam que a adição de fertilizantes orgânicos aplicados via água proporcionou incremento da taxa de crescimento absoluto em altura indicando aumento de 12,17% na taxa de crescimento absoluto em relação ao tratamento testemunha.

As maiores taxas de crescimento absoluto da altura de plantas em função do NPK ocorreram dos 12 aos 84 DAT, com a maior média de 3,58 cm dia⁻¹ observada nas plantas que receberam 100% da ETc, aos 60 dias após o transplântio. A menor taxa de reposição foi a que proporcionou a maior taxa de crescimento absoluto aos 84 dias após o transplântio, Figura 19B. Segundo Soares et al. (2011) quando o tomateiro está na fase de floração, a redução na disponibilidade hídrica não compromete as taxas de crescimento da cultura, fato que corrobora com o apresentado no presente estudo.

Pereira et al. (2014) relatam, estudando taxas de crescimento em *lycopersicon pimpinellifolium* sob estresse salino e adubação mineral e orgânica, que a adubação com NPK teve rendimento inferior à adubação com húmus de minhoca e estas, por sua vez foram superiores ao tratamento testemunha.

O crescimento absoluto é influenciado por vários fatores, tanto intrínsecos da planta, como seu genótipo, até fatores externos e edafoclimáticos. Em geral, as plantas utilizam grande quantidade de assimilados na construção dos tecidos novos, de sustentação e condução (BRAGANÇA, 2005).

A taxa de reposição da ETc de 70% evidenciou a maior média de 2,83 cm dia⁻¹ aos 60 DAT sobre a taxa de crescimento absoluto da altura de plantas que não foram adubadas (testemunha). A reposição de 130% da ETc proporcionou a maior média da taxa de crescimento absoluto da altura de plantas dos 12 aos 108 dias após o transplântio, Figura 19C.

Ao estudar o tomateiro cultivar Santa Clara e EF-50, Fayad et al. (2001) verificaram que a taxa de crescimento absoluto cresceu até os 45 e 75 DAT, decrescendo a partir desta época até o final do ciclo, respectivamente, resultado semelhante ao obtido no presente estudo.

5.1.5.2 Taxa de crescimento absoluto da área foliar

Os valores referentes à taxa de crescimento absoluto da área foliar (TCAAF) do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura dentro de cada tipo de adubação utilizados no experimento, aos 12, 36, 60, 84 e 108 dias após o transplântio, se acham na Figura 20A, B e C.

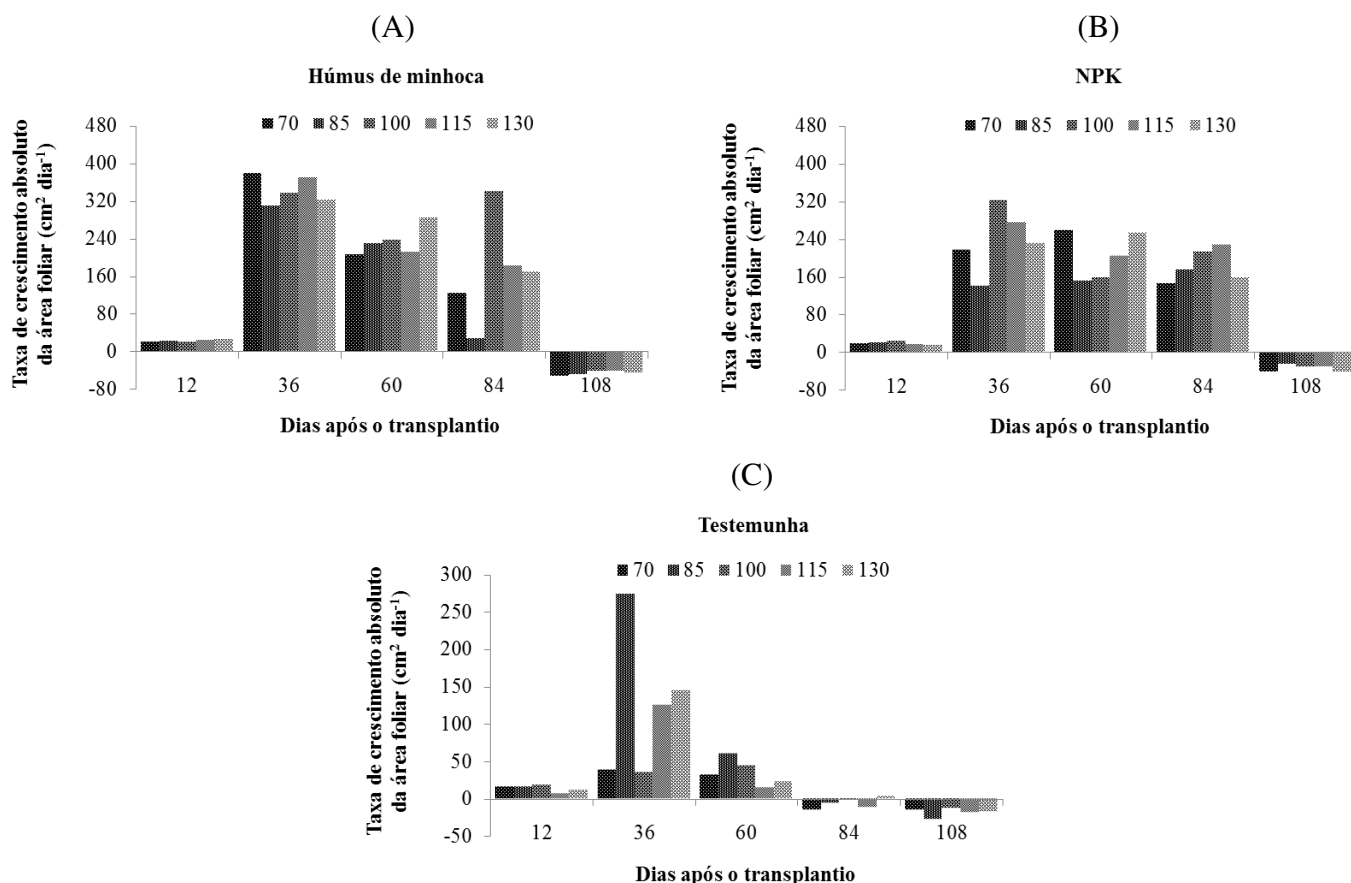


Figura 20 - Médias referentes à taxa de crescimento absoluto da área foliar (TCAAF) em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura dentro de cada tipo de adubação, húmus de minhoca (A), NPK (B) e testemunha (C).

A taxa de crescimento absoluto inicial foi lento aos 12 DAT e crescente no intervalo de 12 a 36 DAT, reduzindo-se a partir desta época; em todos os tipos de adubação utilizados. Esta redução possivelmente deve ser em função do aumento da área foliar das plantas, até o estágio de desenvolvimento em que o autossombreamento das folhas promoveu o declínio (LOPES et al., 2011).

A taxa de reposição da ETc de 100% foi a que evidenciou a maior média de $180,2 \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$ dos 12 aos 108 DAT, nas plantas adubadas com húmus, Figura 20A. Para as plantas cultivadas com NPK, observou-se maior TCAAF na reposição de 115% da ETc, com média de $140,0 \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$, Figura 20B. O tratamento testemunha, juntamente com a taxa de reposição de 85%, proporcionou a maior TCAAF tanto aos 36 DAT quanto a média geral dos 12 aos 84 dias após o transplantio (Figura 20C). A média geral de crescimento absoluto em cada tipo de adubação foi de 145,6, 123,5 e $29,8 \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$, respectivamente, para o húmus de minhoca, NPK e testemunha.

Martinazzo et al. (2015) observaram, ao analisar o crescimento e a partição de assimilados em plantas de tomateiro cv. Micro-Tom submetidas ao nitrogênio e

piraclostrobina, que no início as plantas de tomateiro tiveram elevada taxa de crescimento, com posterior decréscimo ao longo do ciclo, independente do tipo de adubação utilizado, fato este que coincide com o observado neste trabalho.

5.1.5.3 Taxa de crescimento relativo da altura de plantas

A taxa de crescimento relativo da altura de plantas (TCRAP) em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura dentro de cada tipo de adubação ao longo da ontogenia do tomateiro tipo cereja se encontram nas Figuras 21A, B e C.

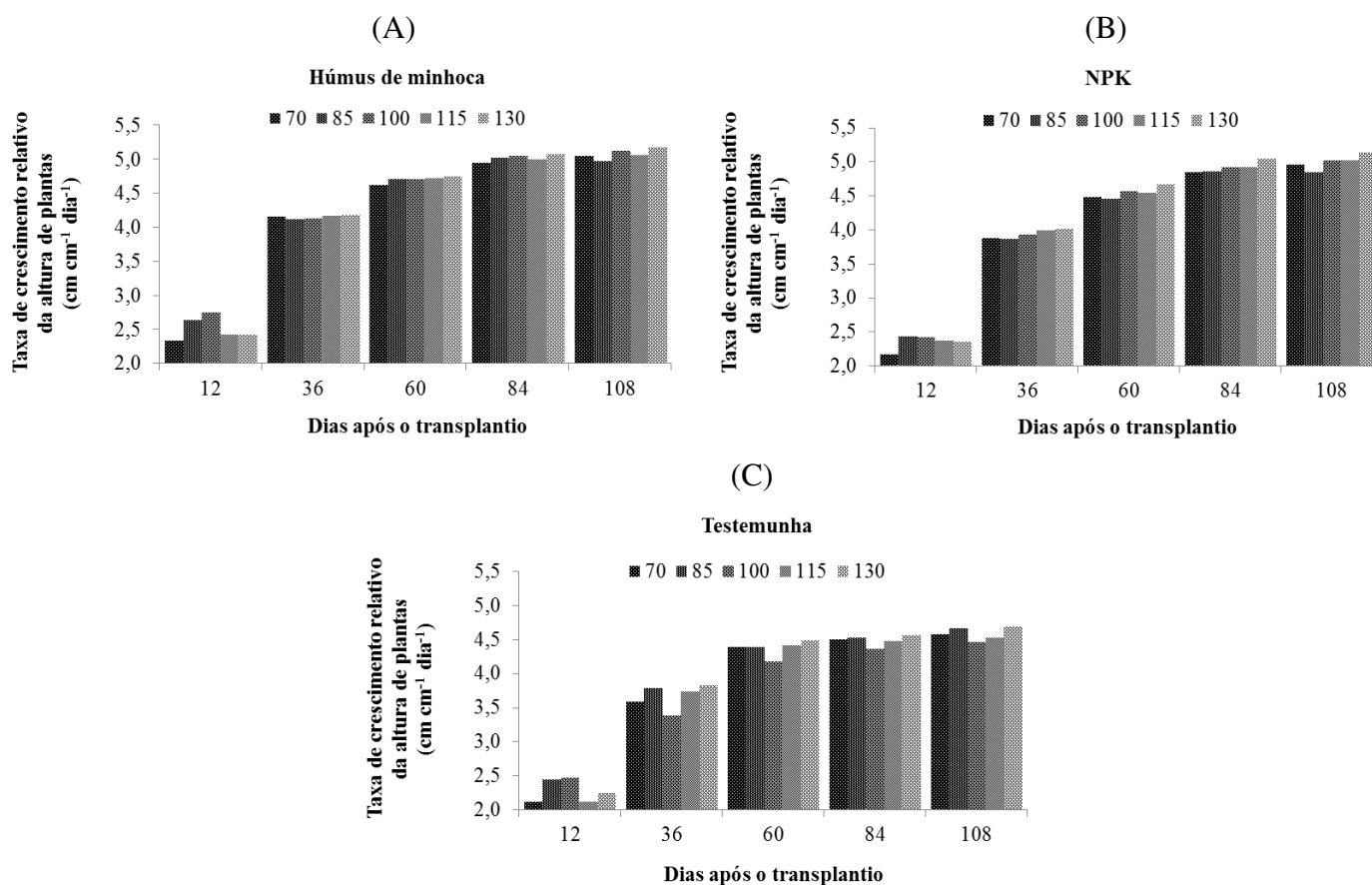


Figura 21 - Médias referentes à taxa de crescimento relativo da altura de plantas (TCRAP) em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura dentro de cada tipo de adubação, húmus de minhoca (A), NPK (B) e testemunha (C).

Nota-se que com o decorrer da ontogenia aumentou a TCRAP, sendo observada diferença mínima entre as taxas de reposição da ETc; contudo, observou-se um acréscimo de 1,63; 0,60 e 3,20% por 15% de aumento da ETc, ou seja, incremento de 6,52; 2,43 e 12,80% na TCRAP das plantas irrigadas com 130% da ETc em relação às de 70% da ETc, respectivamente para húmus, NPK e testemunha.

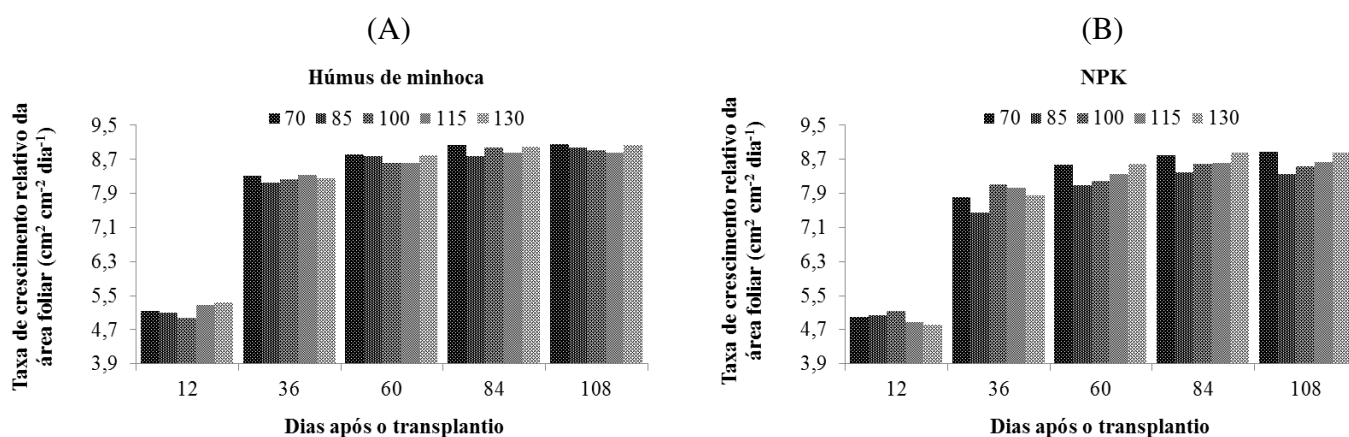
As menores TCRAP foram observadas aos 12 DAT; é provável que este fato esteja relacionado às plantas na fase inicial do ciclo disponibilizando energia para fixação no solo e não para o crescimento em altura.

Para Soares et al. (2011) a taxa de crescimento relativo em altura de plantas é a variável mais sensível ao estresse hídrico, ou seja, nas menores ETr foram constatados acréscimos de 2,44% por aumento de 20% da ETr, resultado este próximo ao observado para a adubação com NPK desta pesquisa.

Observa-se que, independentemente do tipo de adubação utilizado, a taxa de crescimento relativo da AP aumentou ao longo do ciclo da cultura. As taxas de crescimento relativo (TCR) são índices fisiológicos considerados mais apropriados para se comparar os efeitos dos diferentes manejos agrônômicos, tais como tipo de adubação aplicada às culturas, por ser um parâmetro relativo e não ser dependente de pressuposições matemáticas (PEIXOTO & PEIXOTO, 2009).

5.1.5.4 Taxa de crescimento relativo da área foliar

As médias da taxa de crescimento relativo da área foliar (TCRAF) do tomateiro cerejea em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc) dentro de cada tipo de adubação (TA) aos 12, 36, 60, 84 e 108 dias após o transplântio, se encontram na Figura 22A, B e C.



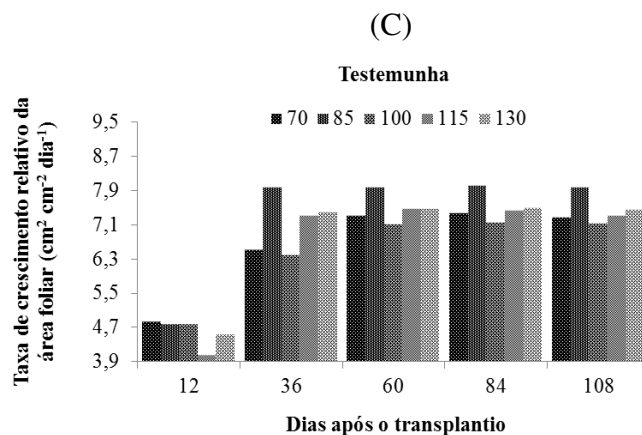


Figura 22 - Médias referentes à taxa de crescimento relativo da área foliar (TCRAF) em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura dentro de cada tipo de adubação, húmus de minhoca (A), NPK (B) e testemunha (C).

Os tratamentos com húmus de minhoca, juntamente com as taxas de reposição da ETc de 130 e 70%, produziram as maiores TCRAF, com médias de 8,08 e 8,07 $\text{cm}^2 \text{cm}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente; o mesmo ocorreu nas plantas adubadas com fertilizante químico NPK; para as plantas não adubadas (testemunha), a reposição de 85% da ETc foi a que mais influenciou o crescimento da TCRAF, com média de 7,33 $\text{cm}^2 \text{cm}^{-2} \text{dia}^{-1}$ o crescimento relativo em área foliar obteve média geral de 8,01; 7,70 e 6,82 $\text{cm}^2 \text{cm}^{-2} \text{dia}^{-1}$, respectivamente, para o húmus, NPK e testemunha.

A taxa de crescimento relativo da área foliar é influenciada de forma significativa pelos tipos de adubação, sendo que adubos ricos em nitrogênio quando fornecidos às culturas, atuam nos processos fisiológicos das plantas (FERREIRA et al., 2003a).

Brito et al. (2015) relatam que quando submetidos a uma taxa elevada de reposição de água, vários processos relacionados ao metabolismo da planta do tomate são influenciadas com o aumento na TCA. Para Portes et al. (2006) este fato ocorre principalmente quando se estuda a taxa de crescimento relativo, uma vez que esta reflete a eficiência da planta em converte assimilados em novos tecidos, a partir dos já existentes.

5.1.6 Fitomassa

O resumo da análise de variância para a fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA) de tomateiro tipo cereja em função de diferentes taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 120 dias após o transplântio (DAT), se encontra na Tabela 10.

Tabela 10 - Resumo da análise de variância para a fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA) do cultivo de tomateiro cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 120 dias após o transplântio.

Fonte de variação	G.L	----- Quadrado médio -----	
		Fitomassa fresca da parte aérea	Fitomassa seca da parte aérea
(g planta ⁻¹)			
ETc	4	28763,01**	3821,32**
Linear	1	73071,56**	10366,72**
Quadrática	1	36661,71*	9,13 ^{ns}
TA	2	2454172,38**	56340,97**
ETc x TA	8	22290,17**	1143,37**
Bloco	4	1384,63	200,05
Erro	56	6471,17	263,09
C.V (%)	-	15,94	16,51
Méd. geral	-	504,75	98,25

^{ns} - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Os dois fatores estudados ETc e TA, influenciaram significativamente, a nível de 1% de probabilidade, a fitomassa fresca e seca da parte aérea. Houve efeito significativo da interação entre os fatores estudados em nível de 1% de probabilidade pelo teste F, sobre as duas variáveis analisadas em que a interação entre as taxas de reposição da ETc com o tipo de adubação testemunha, não foi significativa para nenhuma das regressões utilizadas, em nível de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F.

Soares et al. (2012) não observaram influência da lâmina de irrigação na fitomassa fresca e seca da parte aérea de tomateiro mas relatam que as menores médias foram observadas em plantas irrigadas com as menores lâminas de irrigação na fase de floração, significando que esta é uma fase crítica para a cultura resultado que difere do encontrado no presente estudo visto que a taxa de reposição da evapotranspiração da cultura influenciou, de forma significativa, a fitomassa na avaliação realizada aos 120 dias após o transplântio, representando a fase de colheita dos frutos.

O desdobramento da interação entre os fatores estudados para a fitomassa fresca da parte aérea do tomateiro cereja aos 120 dias após o transplântio se encontra na Figura 23.

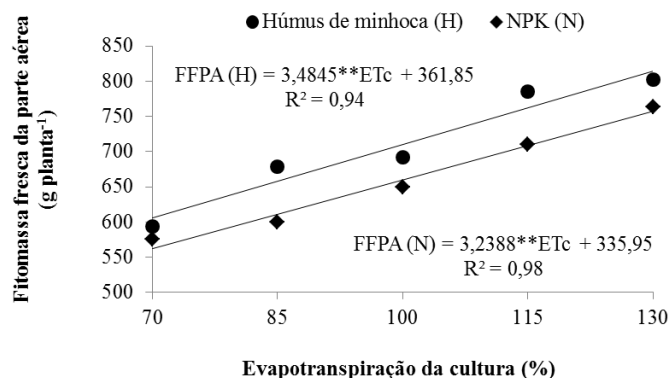


Figura 23 - Desdobramento da interação para a fitomassa fresca da parte aérea do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação húmus de minhoca e NPK aos 120 dias após o transplantio.

O modelo matemático que melhor se ajustou à variável fitomassa fresca da parte aérea em função da interação com húmus de minhoca, foi o linear. Nota-se que a maior fitomassa fresca foi verificada nas plantas irrigadas com a reposição da ETc de 130%, cerca de 814,85 g planta⁻¹, o que proporcionou um incremento de 25,65% em relação à menor taxa de reposição 70%.

As médias referentes à interação ETc x NPK, demonstraram que as plantas que receberam 130% da ETc, produziram maior quantidade de fitomassa fresca da parte aérea, com média de 756,99 g planta⁻¹, o que proporcionou acúmulo de 48,58, 97,16, 145,75 e 194,33 g planta⁻¹ a mais em relação às taxas de reposições de 115, 100, 85 e 70% da ETc.

Verificou-se ainda que, para o mesmo nível de reposição hídrica 130% da ETc, o húmus de minhoca evidenciou 51,94 g planta⁻¹ (6,42%) a mais em relação ao tratamento com NPK sobre a fitomassa fresca da parte aérea. Observou-se que a cada 1% de aumento na taxa de reposição da ETc, houve incremento na fitomassa fresca da parte aérea das plantas adubadas com húmus de 3,48 g planta⁻¹ e a adubação com NPK evidenciou um incremento de 3,23 g planta⁻¹.

Este incremento na fitomassa fresca da parte aérea do tomateiro cereja é esperado nas maiores taxas de reposição da evapotranspiração já que a elevada disponibilidade hídrica no solo promoveu o aumento na área foliar, na transpiração e na taxa fotossintética; conseqüentemente no acúmulo de fitomassa (TAIZ & ZEIGER, 2013). Segundo Bergamaschi et al. (2004) quando a planta passa por estresse hídrico ocorre redução da área foliar por secamento ou mesmo queda das folhas, resultando em queda da fotossíntese total que, por sua vez, reduz a produção de fitomassa.

Resultado condizente com o relatado por Favati et al. (2009) que, avaliando o tomateiro industrial sob diferentes regimes e intervalos de irrigação, verificaram que as médias de

fitomassa fresca das plantas foram significativamente menores nas plantas de tomateiro irrigadas com as menores taxas de ETc em relação àquelas irrigadas com regime de 100% da evapotranspiração da cultura.

Para Taiz & Zeiger (2013) o ganho em fitomassa fresca em função da ETc nas culturas ocorre em decorrência do aumento do potencial hídrico celular que contribui para o incremento da pressão ou potencial de turgescência, que auxilia na expansão do protoplasto contra a parede celular aumentando o tamanho da célula; e, usando assim, o produto da fotossíntese para converter CO₂.

Ressalta-se que este fato pode ter sido influenciado pela quantidade de nitrogênio presente no húmus de minhoca prontamente assimilável pelas plantas; para Oliveira et al. (2012) a adubação nitrogenada é um dos fatores de grande relevância na produção de todas as culturas e desempenha papel significativo no crescimento das plantas, tendo em vista que o nitrogênio é considerado elemento indispensável para várias funções vitais das plantas.

O fornecimento adequado de NPK para as culturas contribui para o aumento da área fotossinteticamente ativa e, em consequência, maior rendimento em fitomassa fresca da parte aérea (Filgueira, 2008).

As médias do desdobramento da interação entre os fatores estudados para a fitomassa seca da parte aérea do tomateiro tipo cereja se encontram na Figura 24.

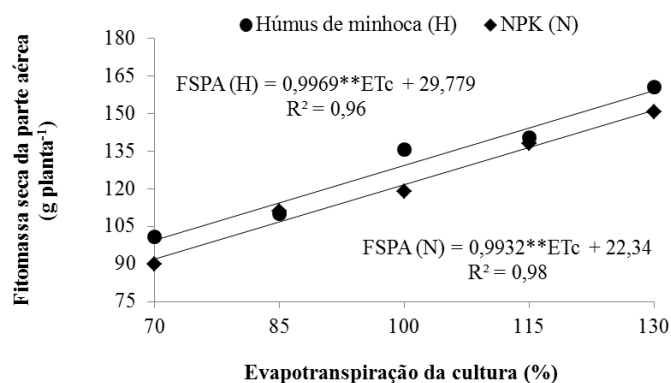


Figura 24 - Desdobramento da interação para a fitomassa seca da parte aérea do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação húmus de minhoca e NPK, aos 120 dias após o transplantio.

Por meio da equação de regressão obtida para a interação ETc x húmus de minhoca verificou-se que a fitomassa seca da parte aérea do tomateiro cereja aumentou com o acréscimo na taxa de reposição da evapotranspiração da cultura, com maior média de 159,37 g planta⁻¹ constatada na ETc de 130% e menor média (99,56 g planta⁻¹) na reposição de 70% da ETc, com uma diferença de 59,81 g planta⁻¹ (37,52%) entre a maior e a menor taxa de reposição (Figura 24).

A maior fitomassa seca das plantas para a interação ETc x NPK foi obtida na taxa de reposição da ETc de 130%, cerca de 59,59 g planta⁻¹ a mais em relação à menor média constatada na reposição de 70% da evapotranspiração da cultura; o incremento foi de 0,99 g planta⁻¹ por cada 1% de aumento na taxa de reposição da ETc (Figura 24).

Nota-se ainda que a adubação com húmus de minhoca obteve valores superiores aos da adubação com NPK para as mesmas taxas de reposição da evapotranspiração da cultura sendo que na ETc de 130% x húmus as plantas produziram 7,92 g planta⁻¹ de fitomassa seca da parte aérea a mais em relação ao tratamento 130% da ETc x NPK, fato que, possivelmente, está associado à maior retenção da disponibilidade hídrica proporcionada pelo tratamento com húmus de minhoca além de ser um adubo completo rico em macro e micronutrientes essenciais às plantas, convertendo-se mais rapidamente em fitomassa seca.

Comportamento similar foi obtido por Brito et al. (2015) constatando, na fase de floração maior acúmulo em massa de folhas (162,73 e 174,36 g planta⁻¹) com as lâminas estimadas de 102 e 97% da ETr, respectivamente; já Silva et al. (2014) também relatam que os maiores valores de fitomassa seca de parte aérea foram obtidos na maior taxa de reposição hídrica (150% da ETo), verificando incrementos de 70% para MSPA em relação aos resultados encontrados com a lâmina de 50% da ETo, indicando ganho médio de 16,84 g em cada unidade acrescida da irrigação (25% na ETo).

Segundo Malavolta et al. (1997) a produção de fitomassa seca está associado diretamente à taxa de reposição da evapotranspiração das culturas, o que reafirma o ocorrido neste experimento visto que, à medida que se aumentou a ETc, verificou-se acréscimo sobre a fitomassa seca da parte aérea.

Godoi et al. (2007) relatam que os substratos orgânicos compostos por húmus de minhoca favorecem a produção de fitomassa seca da parte aérea, visto que o húmus melhora a estrutura do solo, favorece a aeração e absorção de água e nutriente prontamente assimiláveis.

O nitrogênio, o fósforo e o potássio, tem efeitos diretos na produção de fitomassa seca das plantas de tomate; segundo Epstein & Bloom (2004) a deficiência desses elementos leva a um crescimento lento, além da redução do número de folhas, área foliar refletindo na produção de fitomassa das culturas.

Conforme Ferreira et al. (2006) os níveis de compostos orgânicos nas plantas podem ser influenciados pelos nutrientes minerais presentes no solo prontamente disponíveis para as plantas, pois exercem influências nos processos bioquímicos ou fisiológicos destacando-se as atividades fotossintéticas e a taxa de translocação de fotoassimilados, que estão intimamente ligadas à produção de fitomassa.

5.2 Variáveis de produção

O resumo da análise de variância para as variáveis analisadas número de flores abortadas por planta (NFAP), teor de sólidos solúveis totais (°Brix), diâmetro transversal de frutos (DTF), diâmetro longitudinal de frutos (DLF), número de frutos por planta (NFP) e peso de frutos por planta (PFP) do tomateiro tipo cereja em função de diferentes taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 120 dias após o transplântio (DAT), se encontram na Tabela 11.

Tabela 11 - Resumo da análise de variância para o número de flores abortadas por planta (NFAP), teor de sólidos solúveis totais (°Brix), diâmetro transversal de frutos (DTF), diâmetro longitudinal de frutos (DLF), número de frutos por planta (NFP) e peso de frutos por planta (PFP) do cultivo de tomateiro cereja em função da evapotranspiração da cultura e tipos de adubação aos 120 dias após o transplântio.

Fonte de variação	G.L	----- Quadrado médio -----					
		Nº de flores abortadas por planta	Teor de sólidos solúveis totais (°Brix)	Diâmetro transversal de frutos (mm)	Diâmetro longitudinal de frutos (mm)	Nº de frutos por planta	Peso de frutos (g planta ⁻¹)
ETc	4	36,71 ^{ns}	1,10 ^{ns}	29,47 ^{ns}	44,41 ^{**}	112,78 ^{ns}	26407,15 ^{ns}
Linear	1	55,20 ^{ns}	2,18 ^{ns}	4,93 ^{ns}	12,96 ^{ns}	152,00 ^{ns}	22294,29 ^{ns}
Quadrática	1	4,57 ^{ns}	1,14 ^{ns}	91,74 ^{ns}	137,13 ^{**}	0,80 ^{ns}	67,09 ^{ns}
TA	2	514,17 ^{**}	7,23 ^{**}	98,09 ^{**}	74,16 ^{**}	4605,17 ^{**}	1443253,27 ^{**}
ETc x TA	8	120,42 ^{**}	1,23 [*]	15,38 ^{ns}	14,75 ^{ns}	38,80 ^{ns}	8237,52 ^{ns}
Bloco	4	29,54	0,22	18,93	17,90	30,55	5072,90
Erro	56	19,96	0,50	13,01	10,72	62,86	12957
C.V (%)	-	30,21	11,19	17,29	16,44	27,25	26,51
Méd. geral	-	14,78	6,35	20,86	19,92	29,09	429,39

^{ns} - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade pelo Teste F; ^{*} ; ^{**} Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

As taxas de reposição da evapotranspiração da cultura isoladas influenciaram de forma significativa, apenas o diâmetro longitudinal de frutos em nível de 1% de probabilidade, não sendo significativo para as demais variáveis analisadas. O fator isolado tipos de adubação influenciou, em nível de 1% de probabilidade, todas as variáveis estudadas. Quanto à interação entre os fatores (ETc x TA) foi significativo para o número de flores abortadas por planta e teor de sólidos solúveis totais, em nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

O desdobramento da interação (ETc x TA) para o número de flores abortadas por planta se encontra na Figura 25. A interação entre as taxas de reposição com a adubação NPK não foi significativa para nenhum dos modelos matemáticos utilizados em nível de (p < 0,01; p < 0,05).

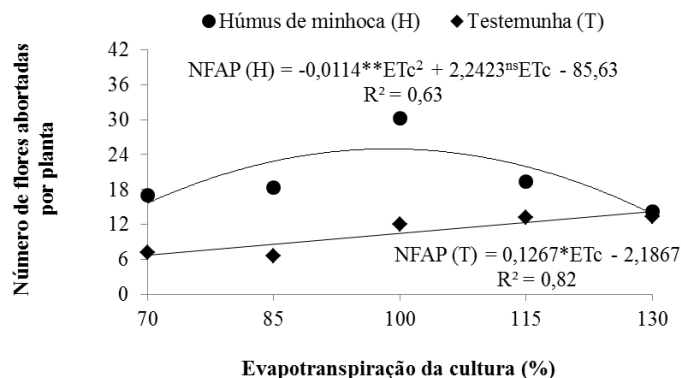


Figura 25 - Desdobramento da interação para o número de flores abortadas por planta do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e dos tipos de adubação húmus de minhoca e testemunha, aos 120 dias após o transplantio.

Através do modelo matemático ajustado, o maior número de flores abortadas foi constatado na reposição da ETc de 98,34%, resultando em uma média de 24,63 flores abortadas nas plantas adubadas com húmus porém a menor quantidade de flores abortadas foi constatada na lâmina estimada de 130% da ETc, com média de 13,21 flores abortadas por planta e a diferença entre a menor e a maior ETc foi de 14,60%, ficando evidente que quando se aumentou a lâmina a partir do máximo rendimento reduziu-se também o número de flores abortadas (Figura 25).

O modelo matemático linear foi o que melhor se ajustou à variável número de flores abortadas por planta em função da ETc x testemunha (Figura 25). Nota-se que a cada 1% de aumento na taxa de reposição houve um incremento de 0,12 flores abortadas em cada planta. As plantas cultivadas com 130% da ETc abortaram 14,28 flores ao passo que a reposição de 70% da ETc influenciou um abortamento de apenas 6,68 flores, ou seja, o menor valor observado neste estudo.

O aumento do número de flores abortadas pode ser atribuído à deficiência no fornecimento hídrico para as culturas, isto é, plantas submetidas a estresse hídrico podem sofrer com abortamento e queda das flores (SILVA et al., 2013; MATOS et al., 2014). Fato que não foi verificado neste estudo de vez que na maior taxa de reposição da evapotranspiração da cultura foi verificado aumento no aborto de flores.

Matos et al. (2016) observaram, estudando os parâmetros produtivos do tomate cereja aos 96 dias após o transplantio, que o máximo abortamento de flores foi obtido com a lâmina de 100% da ETc, correspondendo a um percentual de flores abortadas de 22%. Apesar da taxa de reposição da ETc ser praticamente a mesma, os resultados deste estudo evidenciaram um número menor de flores abortadas aos 120 dias após o transplantio.

O aumento no número de flores abortadas no tratamento testemunha pode estar relacionado à falta de nutrientes necessários para síntese das proteínas e, conseqüentemente, desenvolvimento das flores. Lima et al. (2014) verificaram que no tratamento testemunha foi constatado o maior percentual de flores abortadas 75,96% sendo que, quando se aumentou a lâmina de irrigação reduziu-se o número de flores abortadas, resultado que discorda do encontrado neste trabalho.

O desdobramento da interação para o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) se encontra na Figura 26A. A interação entre as taxas de reposição da ETc x adubação com húmus de minhoca e o NPK não foi significativa para nenhuma das regressões utilizadas, sendo significativa apenas para a interação ETc x testemunha. O diâmetro transversal de frutos de tomate cereja em função do fator isolado tipos de adubação foi significativo a nível de 5% pelo teste de Tukey (Figura 26B).

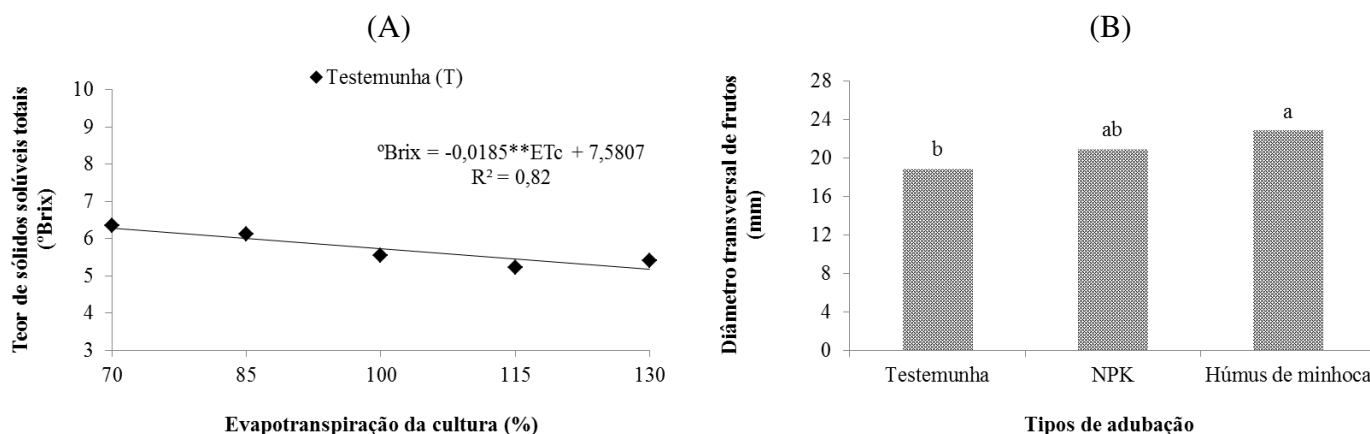


Figura 26 - Desdobramento da interação para o teor de sólidos solúveis totais do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura e do tipo de adubação testemunha (A) e diâmetro transversal de frutos em função dos tipos de adubação isolados (B) aos 120 dias após o transplantio.

O modelo matemático que melhor se ajustou ao teor de °Brix em função da interação ETc x testemunha, foi o linear; nota-se que a cada 15% de aumento na reposição da ETc ocorreu decréscimo de -0,28 sobre o teor de sólidos solúveis totais, cuja maior média foi de 6,29 °Brix evidenciada na reposição de 70% da evapotranspiração da cultura e a menor de 5,18 °Brix constatada na reposição de 130%.

O teor de sólidos solúveis totais nos frutos pode ser influenciado por diversos fatores dentre eles a temperatura, adubação e a irrigação (RAUPP et al., 2009). Koetz et al. (2010) também verificaram que houve redução do °Brix dos frutos a partir da L1 50% (6,57) até a L4 125% (6,0).

Marouelli et al. (2007) relatam, em estudo conduzido sobre o efeito da época de suspensão da irrigação na produção e na qualidade de frutos de tomate para processamento, relatou médias de °Brix entre 4,6 e 7,3 nos diferentes tratamentos de irrigação, resultados esses próximos dos verificados neste estudo.

De acordo com Ferreira et al. (2006) a adubação nitrogenada desempenha papel fundamental na biossíntese de açúcares nas folhas, sendo transcolados para os frutos, resultando em aumento no teor de Brix, fato não verificado no presente estudo visto que nos tratamentos com aplicação de nitrogênio não se verificou diferença significativa entre eles.

Para o diâmetro transversal de frutos do tomateiro cereja observou-se que o tratamento com húmus de minhoca obteve o maior diâmetro transversal de frutos (22,81 mm) porém diferiu apenas do tratamento testemunha; contudo, o tratamento com NPK não diferiu estatisticamente do tratamento com húmus de minhoca, tampouco do tratamento testemunha (Figura 26B). Sendo a diferença percentual entre o húmus e a testemunha e do NPK para testemunha, de 17,36% e 9,93%, respectivamente.

Este fato pode estar relacionado ao incremento da área foliar proporcionado pela quantidade superior de nitrogênio presente na adubação húmica e pela liberação lenta e gradual deste nutriente, ao longo do ciclo de cultivo que, para o tomate cereja, resulta em aumento no diâmetro de frutos (SEDIYAMA et al., 2009). Resultado condizente com o verificado por Castro et al. (2005), que verificaram maior diâmetro transversal de tomate cereja no tratamento com adubo orgânico.

A variável diâmetro longitudinal de frutos (DLF) em função dos fatores isolados taxas de reposição da ETc e dos tipos de adubação se encontram na Figura 27A e B.

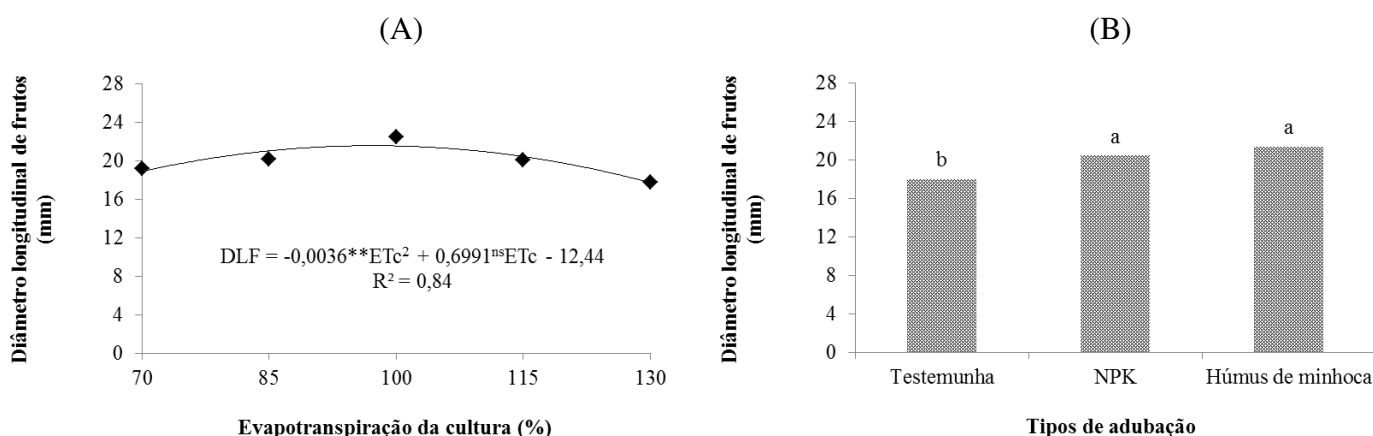


Figura 27 - Diâmetro longitudinal de frutos do tomateiro cereja em função das taxas de reposição da evapotranspiração da cultura (A) e em função dos tipos de adubação (B) aos 120 dias após o transplante.

Conforme a equação de regressão, o modelo que melhor se ajustou foi o quadrático para a variável diâmetro longitudinal de frutos, sendo o ponto de máximo rendimento obtido com 97,09% da ETc, correspondendo a 21,50 mm de DLF. Nota-se que, na medida em que se aumentou a taxa de reposição da evapotranspiração da cultura a partir do ponto de máximo rendimento, o diâmetro longitudinal reduziu com diferença de 6,68% entre a menor e a maior reposição da ETc.

Para Silva et al. (2013) os menores valores obtidos para o diâmetro longitudinal nas menores lâminas de irrigação podem estar relacionados ao déficit hídrico, o qual afeta diretamente os processos fotossintéticos das plantas resultando em menores produções, fato este que difere do encontrado neste trabalho, de vez que o menor diâmetro longitudinal de frutos foi obtido na taxa de reposição de 130%.

Soares et al. (2011) verificaram, ao estudar o tomateiro sob estresse hídrico nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura efeito das lâminas de irrigação sobre o diâmetro longitudinal do fruto, obtendo acréscimo de 26,18% quando a reposição hídrica variou de 60 a 120% da ETr já Silva et al. (2014) obtiveram, na taxa de reposição da ETo de 122,47% diâmetro máximo, correspondendo a 57,66 mm, evidenciando incremento de 10% em relação ao resultado obtido na menor reposição hídrica, para o tomate industrial.

Para a variável diâmetro longitudinal de frutos em função do fator isolado tipos de adubação, houve diferença significativa entre os tipos de adubação estudados a nível de 5% de probabilidade pelo teste de comparação de médias de Tukey (Figura 27B). Observa-se que o tratamento com húmus de minhoca foi o que evidenciou maior diâmetro de frutos, mesmo não diferindo do tratamento NPK, diferenciando-se apenas do tratamento testemunha.

Araújo et al. (2011) observaram, ao estudar a utilização de fertilizantes orgânicos no cultivo do tomate da variedade cereja, que no tratamento com NPK os frutos possuíam diâmetro inferior ao tratamento orgânico, fato que foi justificado em função do fertilizante orgânico favorecer o equilíbrio do potencial hídrico do solo, disponibilizando água e nutrientes a planta.

Deste modo, percebe-se que as dimensões dos frutos proveniente desta variedade são influenciadas pelo tipo de adubação utilizado. Essas características são consideradas importantes na comercialização pois definem o mercado de destino; contudo, deve-se atentar para o fato de que o diâmetro longitudinal e diâmetro transversal sejam analisados de forma conjunta haja vista que os mesmos definem o formato do fruto (ROCHA, 2008).

As médias para o número de frutos por planta e peso de frutos por planta em função do fator isolado tipos de adubação, encontram-se na Figura 28A e B.

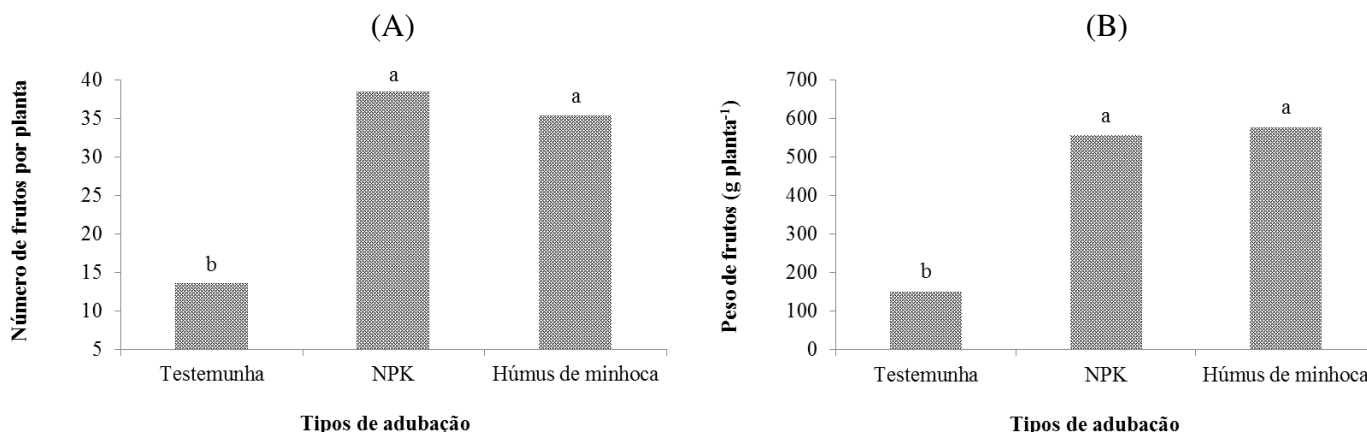


Figura 28 - Número de frutos por planta (A) e peso de frutos por planta (B) do tomateiro cereja em função dos tipos de adubação aos 120 dias após o transplantio.

As médias obtidas nos tratamentos com NPK e húmus de minhoca não diferiram entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey diferindo apenas do tratamento testemunha para ambas as variáveis (Figura 28A e B). Ressalta-se que mesmo as plantas sob tratamento com NPK terem proporcionado uma quantidade maior de frutos, a maior média de peso de frutos foi observada na adubação com húmus de minhoca, fato este que pode estar associado aos maiores diâmetros transversal e longitudinal de frutos obtidos nas plantas adubadas com húmus de minhoca.

Matos et al. (2016) relatam que, em seu estudo, o tratamento com húmus de minhoca diferiu dos demais tratamentos, com média de 26,40 frutos por planta e a adubação com NPK propiciou uma média de 21,88 frutos, com diferença de 4,52 frutos por planta. Esses resultados não estão condizentes com os obtidos neste estudo de vez que o tratamento com NPK evidenciou os maiores números de frutos por plantas quando comparado aos demais tratamentos estudados.

Segundo Ferreira et al. (2010) o peso de frutos de tomate está relacionado ao equilíbrio dos hormônios na planta; desta forma, o aumento da disponibilidade de nitrogênio prontamente assimilável, favorece o aumento na síntese da giberelina, hormônio que contribui para o incremento na frutificação e, conseqüentemente, no crescimento e peso de frutos.

Segundo Maia et al. (2013) os adubos orgânicos contribuem para a maior quantidade de frutos por planta em decorrência da ação dos microrganismos presentes nos adubos, que auxiliam no suprimento de elementos minerais essenciais ao desenvolvimento dos vegetais.

5.3 Correlação

A correlação entre o peso de frutos e a área foliar aos 120 dias após o transplântio, se encontra na Figura 29A; nota-se, que na medida em que se aumentou a área foliar das plantas de tomateiro cerejeja, houve incremento positivo no peso de frutos.

Para o número de flores abortadas por planta, quando se aumentou a área foliar da planta não houve incremento significativo na quantidade de flores abortadas; assim, o número de flores abortadas por planta não é dependente da área foliar da planta, Figura 29B.

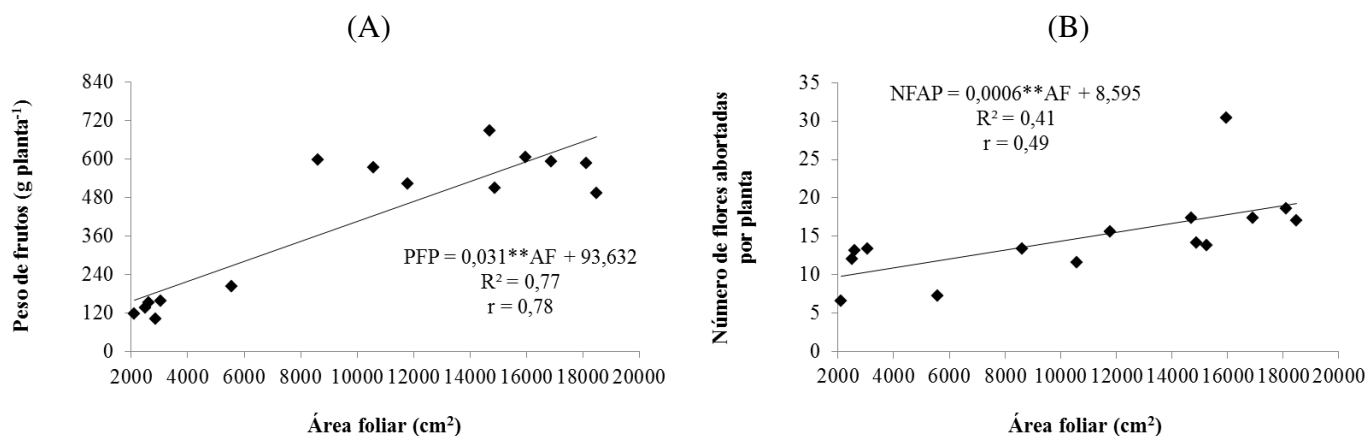


Figura 29 - Correlação entre o peso de frutos por planta em função da área foliar (A) e entre o número de flores abortadas por planta em função da área foliar (B).

Para Favarin et al. (2002) a importância da área foliar de uma cultura é amplamente conhecida por se tratar de um parâmetro indicativo de produtividade, visto que o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e posterior conversão em energia química. Deste modo, a eficiência fotossintética das plantas é fator dependente da taxa fotossintética por unidade de área foliar e da interceptação da radiação solar as quais, entre outros aspectos, são influenciadas pelas características da arquitetura da copa e da dimensão do sistema fotoassimilador (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Segundo Picanço et al. (1998) a produção insuficiente de fotoassimilados pelas plantas em relação à elevada quantidade de flores produzidas, pode aumentar o número de flores abortadas. É provável que o aumento da área foliar tenha proporcionado maior incremento na produção de fotoassimilados porém esta quantidade produzida pode não ter sido suficiente para suprir o número de flores total produzidas resultando em uma maior média de flores abortadas.

6. CONCLUSÕES

O crescimento do tomateiro cereja vermelho foi influenciado de forma significativa tanto pelas diferentes taxas de reposição da evapotranspiração como pelos tipos de adubação. As variáveis de produção foram influenciadas significativamente pelos tipos de adubação; já as taxas de reposição da ETc influenciaram apenas o diâmetro longitudinal de frutos.

A irrigação baseada na taxa de reposição de 130% da ETc resultou em aumento no crescimento e acúmulo de fitomassa do tomateiro cereja em ambiente protegido porém as elevadas taxas de reposição hídrica no cultivo de tomate cereja reduziram o teor de °Brix. A taxa de reposição de 97,09% da ETc favoreceu o rendimento do tomate cereja vermelho em diâmetro longitudinal de frutos.

A adubação com húmus de minhoca proporcionou o maior rendimento no crescimento e na produção do tomate cereja vermelho, em ambiente protegido. A adubação com húmus de minhoca associada à taxa de reposição da ETc de 100% resultou em maiores taxas de crescimento absoluto e relativo. O maior número de flores abortadas foi constatado na adubação com húmus, juntamente com a reposição de 98,34% da ETc.

A área foliar influenciou positivamente na produção de frutos do tomateiro cereja vermelho quando correlacionadas.

Para as condições estudadas a interação 70% da ETc com húmus de minhoca consiste na melhor recomendação para os produtores de vez que resultou em maiores incrementos na produção do tomateiro cereja.

7. REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Viçosa: Ed. da UFV, 2004. 400p.

ALVES, R. C.; NASCIMENTO, M. L.; CAVALCANTE, J. S. J.; LINHARES, P. S. F.; FERREIRA NETO, M.; OLIVEIRA, M. K. T. Acúmulo de biomassa em mudas de tomate produzidas com água residuária. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-4, 2011.

ALVES, S. M. F.; FERNANDES, P. M.; REIS, E. F. Análise de correspondência como instrumento para descrição do perfil do trabalhador da cultura de tomate de mesa em Goiás. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2042-2049, 2009.

ANDRIOLO, J. L.; ROSS, T. D.; WITTER, M. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do tomateiro cultivado em substrato com três concentrações de nitrogênio na solução nutritiva. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1451-1457, 2004.

ARAÚJO, C. I. T. Atratividade e preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) biótipo B em genótipos de tomateiro. **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 2, p. 319-328, 2009.

ARAÚJO, J. L.; FREITAS, J. B. S.; OLIVEIRA, C. L. M.; ARAÚJO, J. L. Utilização de fertilizantes orgânicos no cultivo do tomate da variedade cereja. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-5, 2011.

ARAUJO, L.; SILVA, K. J. P.; LEMOS, L. M. C.; MILAGRES, C. C.; CARDOSO, D. S. C. P.; ALVES, L. C.; PEREIRA, P. R. G. Tomate cereja cultivado em diferentes concentrações de solução nutritiva no sistema hidropônico capilar. **Revista Científica**, v. 15, n. 1, p. 18-27, 2013.

ASSAD, M. L. L.; ROSA, M. M.; ERLER, G.; CECCATO-ANTONINI, S. R. Solubilização de Pó-De-Rocha por *Aspergillus Niger*. **Espaço & Geografia**, v. 9, n. 1, p. 1-17, 2006.

AZEVEDO, E. B.; MARINHO, C. S.; MUNIZ, R. A.; CARVALHO, A. J. C. Substratos fertilizados com uréia revestida e o crescimento e estado nutricional da muda de citros. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 1, p. 129-137, 2009.

AZEVEDO, J. V. V.; SANTOS, C. A. C.; ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V.; OLINDA, R. A. Influência do clima na incidência de infecção respiratória aguda em crianças nos municípios de Campina Grande e Monteiro, Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 4, p. 467-477, 2015.

BEIGL, P.; LEBERSORGER, S.; SALHOFER, S. P. Modelling municipal solid waste generation: A review. **Waste Management**, v. 28, n. 1, p. 200-214, 2008.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 831-839, 2004.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2008. 611p.

BRAGANÇA, S. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (*coffea canephora pierre*)**. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, UFV, 99p. 2005.

BRAUER, R. L.; CRUZ, R. L.; VILLAS BOAS, R. L.; PLESTCH, T. A. Avaliação da uniformidade de aplicação de água em gotejadores em função do teor de ferro. **Irriga**, v. 16, p. 21-30, 2011.

BRITO, M. E. B.; SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; SILVA SÁ, F. V.; ARAÚJO, T. T.; SILVA, E. C. B. Crescimento e formação de fitomassa do tomateiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas. **Irriga**, v. 20, n. 1, p. 139-153, 2015.

CABRAL JÚNIOR, J. B.; ALMEIDA, H. A.; SILVA, C. M. S. Análise comparativa da temperatura média do ar em Campina Grande, PB, obtida pelo método dos extremos e pelo método padrão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 4, p. 888-902, 2013.

CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G. Tomate: Um mercado que não para de crescer globalmente. **Revista Hortifruti Brasil**, v. 6, n. 58, p. 6-14. 2007.

CASTRO, C. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 495-502, 2005.

CATTIVELLI, L.; RIZZA, F.; BADECK, F. W.; MAZZUCOTELLI, E.; MASTRANGELO, A. M.; FRANCA, E.; MARE, C. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. **Field Crops Research**, v. 105, n.2, p. 1-14, 2008.

CEASA. **Centrais de Abastecimento do Ceará**. 2016. Disponível em: <<http://www.ceasa-ce.com.br/index.php/boletim-diario>>. Acesso em 26 de Fevereiro de 2016.

CEASA. **Centrais de Abastecimento do Rio Grande do Norte**. 2016. Disponível em: <<http://www.ceasa.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=PASTAC&TARG=2485&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Cota%E7%E3o+de+Pre%E7os>>. Acesso em 26 de Fevereiro de 2016.

CEASA. **Central de Abastecimento da Bahia**. 2016. Disponível em: <http://www.ebal.ba.gov.br/novagestao/ceasa_precos.htm>. Acesso em 26 de Fevereiro de 2016.

CERQUEIRA, F. B.; FREITAS, G. A.; MACIEL, C. J.; CARNEIRO, J. S. S.; LEITE, R. C. Produção de mudas de tomate cv. Santa cruz em diferentes substratos. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v.2, n. 2, p. 39-45, 2015.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, 1982. 368p.
CORRÊA, A. L.; FERNANDES, M. D. C. D. A.; AGUIAR, L. A. D. **Produção de tomate sob manejo orgânico**. Niterói: Programa Rio Rural, 2012. 40 p.

COSTA, L. A. M.; COSTA, M. S. S. M.; PEREIRA, D. C.; BERNARDI, F. H.; SÍLVIA M. Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino. **Revista Ceres**, v. 60, n. 4, p. 675-682, 2012.

DELAZARI, F. T. **Produção e qualidade de frutos do tomateiro no sistema viçosa de tutoramento em função do estado hídrico nutricional**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa- UFV. 57p, 2014. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola).

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. 1994. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 306 p. (FAO, Estudos de irrigação e Drenagem, 33).

DOORENBOS, J.; KASSAN, A. H. 1979. **Yield response to water**. Rome: FAO. 193p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33).

DUARTE, G. R. B.; SCHÖFFEL, E. R.; MENDEZ, M. E. G.; PAULA, V. A. Medida e estimativa da evapotranspiração do tomateiro cultivado sob adubação orgânica em ambiente protegido. **Revista Semina**, v. 31, n. 3, p. 563-574, 2010.

ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 4, p. 83-89, 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2013, 353p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2004. 400p.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2015. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em 22 de Outubro de 2015.

FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. SOJA. IN: MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos Cultivos**: O fator meteorológico na produção agrícola. 1. ed. Brasília: INMET, p. 263-277, 2009.

FAVARIN, J. L.; NETO, D. D. GARCIA, A.; VILLA NOVA, N. A.; FAVARIN, M. G. G. V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 769-773, 2002.

FAVATI, F.; LOVELLI, S.; GALGANO, F.; MICCOLIS, V.; TOMMASO, T. D.; CANDIDO, V. Processing tomato quality as affected by irrigation scheduling. **Scientia Horticulturae**, v. 122, n. 4, p. 562-571, 2009.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L.; FERREIRA, F. A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado em condições de campo e de estufa. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 90-94, 2002.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, L. F.; FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, v. 19, n. 4, p. 232-237, 2001.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R. Eficiência da adubação nitrogenada do tomateiro em duas épocas de cultivo. **Revista Ceres**, v. 57, n. 2, p. 263-273, 2010.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 468-473, 2003b.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Influência das adubações nitrogenada e orgânica no tomateiro sobre os teores de N-NO₃ - e N-NH₄ + no perfil do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 233-239, 2003a.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 141-145, 2006.

FIGUERÔA, J. M.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botânica Brasílica**, v. 18, n. 3, p. 573-580, 2004.

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

FINATTO, J.; ALTMAYER, T.; MARTINI, M. C.; RODRIGUES, M.; BASSO, V.; HOEHNE, L. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmicos**, v. 5, n. 4, p. 85-93, 2013.

FONTES, P. C. R.; ARAÚJO, C. **Adubação nitrogenada de hortaliças - princípios e práticas com o tomateiro**. Viçosa: UFV. 2007. 148p.

FONTES, P. C. R.; SAMPAIO, R. A.; MANTOVANI, E. C. Produção de tomate e concentrações de potássio no solo e na planta influenciadas por fertirrigação com potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 575-580, 2000.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; VIEIRA, M. S. Crescimento do maracujazeiro amarelo sob estresse salino e biofertilização em ambiente protegido contra perdas hídricas. **Holos**, v. 4, n. 28, p. 55-68, 2012.

GENÚNCIO, G. C. **Crescimento e produção do tomateiro em sistemas de cultivo a campo, hidropônico e fertirrigado, sob diferentes doses de nitrogênio e potássio**. 2009. 131f. Tese (Doutorado em ciência do solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2009.

GODOY, W. I.; FARINACIO, D.; DAVOGLIO, A.P.; ASSMANN, A. P.; ZÍLIO, C.; VOTTRI, M.; BIGOLIN, P. E. Avaliação de substratos alternativos para a produção de mudas de tomateiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 02, p. 1127-1130, 2007.

GONZALEZ-SANPEDRO, M. C.; TOAN, T. L. E.; MORENO, J.; KERGOAT, L.; RUBIO, E. SEASONAL. Variations of leaf area index of agricultural fields retrieved from Landsat data. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 3, p. 810-824, 2008.

HEINE, A. J. M. **Produção e qualidade do tomateiro híbrido Lumi sob adensamento e condução de hastes**. Vitória da Conquista - BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, 2012. 82p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia).

HOLCMAN, E. **Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas**. 2009. 128f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

IBD. **Instituto Biodinâmico**. Certificações. 2011. Disponível em <<http://www.ibd.com.br/pt/Default.aspx>>. Acesso: 18 de outubro de 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)**. Pesquisa Mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano, v. 29, n. 4 p. 1-81. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física: Pesos dos produtos na Indústria Geral, Seções e Atividades: Regional**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/industria/pimprf/regional/tabela_3.xls>. Acesso em: 26 ago. 2015.

KALUNGU, J. W. **Resposta do tomateiro a diferentes lâminas de irrigação, doses de potássio, cobertura do solo em ambiente protegido**. Piracicaba, SP: ESALQ. 80p. 2008. (Dissertação de mestrado).

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transactions of the ASAE**, v. 17, n. 4, p. 678-684, 1974.

KIST, G. P.; MACHADO, R. G.; STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Produção de Mudas de Alface a partir de Vermicomposto à base de Casca de Arroz e Esterco Bovino In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. **Anais...** Serrano Centro de Convenções – Gramado - RS, 2007.

KOETZ, M.; MASCA, M. G. C. C.; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V. A.; SENA JUNIOR, D. G.; GOMES FILHO, R. R. Caracterização agrônômica e °Brix em frutos de tomate industrial sob irrigação por gotejamento no sudoeste de Goiás. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 4, n. 1, p. 14-22, 2010.

LIMA, A. S.; PEREIRA, R. F.; CAVALCANTE, S. N.; DANTAS NETO, J.; RIBEIRO, P. H. P. Emissão e abortamento de flores em *lycopersicon pimpinellifolium* sob adubação orgânica e mineral irrigado com diferentes lâminas de água. **Revista de educação agrícola superior**, v. 1, Edição especial, p. 6-11, 2014.

LINHARES, P. A.; SILVA, J. N.; SOUZA, J. A.; SOUSA, T. P. S.; ANDRADE, R.; MARACAJÁ, P. B. Crescimento do feijão-caupi sob adubação orgânica em condições edafoclimáticas de Catolé do Rocha-PB. **Revista Intesa**, v. 8, n. 1, p. 90-95, 2014.

LOPES C. A.; MAROUELLI W. A.; CAFÉ FILHO A. C. Associação da irrigação com doenças de hortaliças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v. 14, n. 5, p. 151-179. 2006.

LOPES, W. A. R.; NEGREIROS, M. Z.; DOMBROSKI, J. L. D.; RODRIGUES, G. S.O.; SOARES, A. M.; ARAÚJO, A. P. Análise do crescimento de tomate 'SM-16' cultivado sob diferentes coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 554-561, 2011.

MAIA, J. T. L. S.; CLEMENTE, J. M.; SOUZA, N. H.; SILVA, J. O.; MARTINEZ, H. E. P. Adubação orgânica em tomateiros do grupo cereja. **Revista Biotemas**, v. 26, n. 1, p. 37-44, 2013.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: UFV, 3. ed atual e ampliado. 2012. 355p.

MAROUELLI, W. A.; LAGE, D. A. C.; MACEDO, T. C.; BARRETO, Y. C.; BRAGA, M. B. Avaliação de sistemas de irrigação e estratégias de manejo na produção orgânica de tomate de mesa. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. S5725-S5732, 2012.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R.; MORETTI, C. L. Efeito da época de suspensão da irrigação na produção e qualidade de frutos de tomate para processamento. Brasília: Embrapa Hortaliças, (**Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 25). 18p, 2007.

MARTINAZZO, E. G.; PERBONI, A. T.; POSSO, D. A.; AUMONDE, T. Z.; BACARIN, M. A. Análise de crescimento e partição de assimilados em plantas de tomateiro cv. Micro-Tom submetidas ao nitrogênio e piraclostrobina. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 3001-3012, 2015.

MATOS, R. M.; SILVA, J. A. S.; MEDEIROS, R. M. Aptidão climática para a cultura do feijão caupi do município de Barbalha – CE. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 8, n. 6, p. 422 - 431, 2014.

MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; DANTAS NETO, J. Parâmetros produtivos do tomate cereja em diferentes níveis de irrigação e tipos de adubação. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 5, n. 1, p. 108-119, 2016.

MATOS, R. M.; SILVA, P. F.; LIMA, S. C.; DANTAS JÚNIOR, G. J.; DANTAS NETO, J. Aspectos agronômicos do tomateiro sob diferentes lâminas de irrigação e adubação em ambiente protegido. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 4, n. 2, p. 83-95, 2015.

MEDEIROS, A. M. T.; SILVA, M. P. MEDEIROS, R. C. C. Mudanças Climáticas em Campina Grande-PB – Um Estudo Sobre o Aquecimento Urbano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 2, p. 278-285, 2011.

MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; SOUSA, G. G.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 505-511, 2011.

MORANDO, R.; SILVA, A. O.; CARVALHO, L. C.; PINHEIRO, M. P. M. A. Déficit Hídrico: Efeito Sobre A Cultura Da Soja. **Journal of Agronomic Sciences, Umuarama**, v. 3, edição especial, p. 114-129, 2014.

MORSELLI, T. B. A. G. **Cultivo sucessivo de alface sob adubação orgânica em ambiente protegido**. 2001. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Fitotecnia. Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

NAIKA, S.; JEUDE, J. L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização**. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA. 2006. 104p.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa - Sae, 1991. p.189-254.

OLIVEIRA, P. G. F.; MOREIRA, O. C.; BRANCO, L. M. C.; COSTA, R. N. T.; DIAS, C. N. Eficiência de uso dos fatores de produção água e potássio na cultura da melancia irrigada com água de reuso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v. 16, n. 2, p. 153-158, 2012.

OLIVEIRA, V. C.; CUNHA, A. L. A.; SANTOS, A. J. G.; NÓBREGA, A. K.; LEÃO, A. C. Crescimento inicial do tomateiro quando nutrido com diferentes tipos e concentrações de matéria orgânica. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-5, 2011.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. **Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos**. In: CARVALHO, C. A. L.; DANTAS, A. C. V. L.; PEREIRA, F. A. C.; SOARES, A. C. F.; MELO FILHO, J. F. (Org.). **Tópicos em Ciências Agrárias**. 1 ed. Cruz das Almas - BA: Editora Nova Civilização, v. 1, p. 37-53, 2009.

PEREIRA, R. F.; LIMA, A. S.; CAVALCANTE, S. N.; PEDROZA, J. P.; DANTAS NETO, J. Taxas de crescimento em *lycopersicon pimpinellifolium* sob estresse salino e adubação mineral e orgânica. **Revista de educação agrícola superior**, v. 1, Edição especial, p. 12-18, 2014.

PICANÇO, M.; LEITE, G. L. D.; GUEDES, R. N. C.; SILVA, E. A. Yield loss in trellised tomato affected by insecticidal sprays and plant spacing. **Crop Protection**, v. 17, p. 447-452, 1998.

PIRES, R. C. M.; FURLANI, P. R.; SAKAI, E.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, E. A.; TORRE NETO, A.; MELO, A. M. T. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 228-234, 2009.

PORTES, M. T.; ALVES, T. H.; SOUZA, G. M. Water deficit affects photosynthetic induction in *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae) and *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) growing in understorey and gap conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 4, p. 491-512, 2006.

PRADO, R. M.; SANTOS, V. H. G.; GONDIM, A. R. O.; ALVES, A. U.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 19-30, 2011.

PRADOS, N. C. **Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almeria: necesidades hídricas y extracción del nutrientes del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado en abrigo de polietileno**. Tesis Doctoral. Almeria, Espana. 1986. 195p.

PULUPOL, L. U.; BEHBOUDIAN, M. H.; FISHER, K. J. Growth, yield, and postharvest attributes of glasshouse tomatoes produced under deficit irrigation. **HortScience**, v. 31, n. 6, p. 926-929, 1996.

PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. **Centro de Horticultura**. v. 5, n. 3, p. 1-11, 2009.

RAUPP, D. S.; GARDINGO, J. R.; SCHEBESKI, L. S.; AMADEU, C. A.; BORSATO, A. V. Processamento de tomate seco de diferentes cultivares. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 2, p. 415-422, 2009.

REIS, L. S. **Balço de energia e evapotranspiração do tomateiro em ambiente protegido**. Campo Grande: Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2006. 123p. Tese (Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola).

REIS, L. S.; AZEVEDO, C. A. V.; ALBUQUERQUE, A. W.; JÚNIOR, J. F. S. Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 386-391, 2013.

REIS, L. S.; SOUZA, J. L.; AZEVEDO, C. A. V. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui cultivado em ambiente protegido. **Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental**, v. 13, n. 3, p. 289-296, 2009.

ROCHA, M. C. 2008. **Variabilidade fenotípica de acessos de tomate cereja sob manejo orgânico: características agrônômicas, físico-químicas e sensoriais**. Tese 191p. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

SANTANA, M. J.; VIEIRA, T. A.; BARRETO, A. C. Efeito dos níveis de reposição de água no solo na produtividade do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 1378-1384, 2009.

SANTANA, M. J.; VIEIRA, T. A.; BARRETO, A. C.; CRUZ, O. C. Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. **Revista Irriga**, v. 15, n. 4, p. 443-454, 2010.

SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; SANTOS, M. R.; SALGADO, L. T. Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 294-299, 2009.

SILVA, A. C.; COSTA, C. A.; SAMPAIO, R. A.; MARTINS, E. R. Avaliação de linhagens de tomate cereja tolerantes ao calor sob sistema orgânico de produção. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 33-40, 2011.

SILVA, A. L. P. Nutrição mineral de plantas e suas implicações na cultura do repolho para produção agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-10, 2010.

SILVA, B. A.; SILVA, A. R.; PAGIUCA, L. G. Cultivo Protegido: Em busca de mais eficiência produtiva. **Revista Técnica Hortifruti Brasil**, v. 8, n. 2, p. 10-18, 2014.

SILVA, D. J.; VALE, F. X. R. (eds). **Tomate – Tecnologia de produção**. Viçosa: Suprema, 2007. 356p.

SILVA, J. A.; DUTRA, A. F.; CAVALCANTI, N. M. S.; MELO, A. S.; SILVA, F. G.; SILVA, J. M. Aspectos agrônômicos do tomateiro “Caline Ipa 6” cultivado sob regimes hídricos em área do semiárido. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 3, p. 336-344, 2014.

SILVA, J. B. C. D.; GIORDANO, L. B.; FURUMOTO, O.; BOITEUX, L. S.; FRANÇA, F. H.; VILLAS BÔAS, G. L.; BRANCO, M. C.; MEDEIROS, M. A.; MAROUELLI, W.; SILVA, W. L. C.; LOPES, C. B.; ÁVILA, A. C.; NASCIMENTO, W. M.; PEREIRAI, W. **Cultivo de Tomate para Industrialização**. 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/clima.htm>. Acesso em 23 de outubro de 2015.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. Produção mundial e nacional. In: Silva, J. B. C. Giordano, L. B. **Tomate para processamento Industrial**. Brasília: Comunicação para transferência de tecnologia/Embrapa Hortaliças, 2000. p. 8-11.

SILVA, J. M.; FERREIRA, R. S.; MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; DUTRA, A. F.; GOMES, J. P. Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 40-46, 2013.

SILVA, W. L. C.; MARQUELLI, W. A.; MORETTI, C. L.; SILVA, H. R.; CARRIJO, O. A. Fontes e doses de nitrogênio na fertirrigação por gotejamento do tomateiro. **Workshop Tomate na UNICAMP: Perspectivas e Pesquisas** 2003.

SOARES, L. A. A.; BRITO, M. E. B.; ARAÚJO, T. T.; SILVA SÁ, F. V.; SILVA, E. C. B. Morfofisiologia e qualidade pós-colheita do tomateiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 239-246, 2013a.

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, 2013b.

SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. S.; SILVA, E. C. B.; 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.

SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. S.; SILVA, E. C. B.; ARAÚJO, T. T. Cultivo do tomateiro na fase vegetativa sobre diferentes lâminas de irrigação em ambiente protegido. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 2, p. 38-45, 2012.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 843p.

SRINIVASA, N. K.; BHATT, R. M.; SADASHIVA, A. T. Tolerance to Water Stress in Tomato Cultivars. **Photosynthetica**, v. 38, n. 3, p. 465-467, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artemed, 2013. 954p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 819p.

TRANI, P. E.; FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; SCHWINGEL, M. Avaliação de substratos para produção de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 256-260, 2007.

WERNECK, J. E. F.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da água para irrigação**. 2010. Disponível em: <<http://www.cf.org.br/cf2004/irrigacao.doc>>. Acesso em: 8 de outubro de 2015.

WU, C. A., CAMPBELL, D. R. Leaf physiology reflects environmental differences and cytoplasmic background in *Ipomopsis* (*Polemoniaceae*) hybrids. **American Journal Botany**, v. 94, n. 11, p. 1804-1812, 2007.