

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

TIAGO LUAN HACHMANN

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E ÍNDICES DE TROCAS GASOSAS DO
TOMATEIRO EM FUNÇÃO DE SISTEMAS DE CONDUÇÃO EM AMBIENTE
PROTEGIDO**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2015

TIAGO LUAN HACHMANN

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E ÍNDICES DE TROCAS GASOSAS DO
TOMATEIRO EM FUNÇÃO DE SISTEMAS DE CONDUÇÃO EM AMBIENTE
PROTEGIDO**

**Dissertação apresentada à Universidade Estadual
do Oeste do Paraná, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
para obtenção do título de Magister Scientiae**

Orientador: Márcia de Moraes Echer

**Coorientador: Vandeir Francisco Guimarães
Maritane Prior**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR.,
Brasil)

H117c	Hachmann, Tiago Luan Características agronômicas e índices de trocas gasosas do tomateiro em função de sistemas de condução em ambiente protegido / Tiago Luan Hachmann. - Marechal Cândido Rondon, 2014. 61 p. Orientadora: Dr. Márcia de Moraes Echer Coorientador: Dr. Vandeir Francisco Guimarães Dr. Maritane Prior Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2014. 1. Tomate. I. Echer, Márcia de Moraes. II. Guimarães, Vandeir Francisco. III. Prior, Maritane. IV. Título. CDD 22.ed. 635.642 CIP-NBR 12899
-------	---

Ficha catalográfica elaborada por Marcia Elisa Sbaraini-Leitzke CRB-9/539

TIAGO LUAN HACHMANN

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E ÍNDICES DE TROCAS GASOSAS
DO TOMATEIRO EM FUNÇÃO DE SISTEMAS DE CONDUÇÃO EM
AMBIENTE PROTEGIDO**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual do Oeste do
Paraná, como parte das exigências
do Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, para obtenção do título
de Magister Scientiae.

APROVADA: 26 de fevereiro de 2015

Prof.ª Dr.ª Glaucia Cristina Moreira
(UTFPR)

Prof. Dr. Claudio Yuji Tsutsumi
(UNIOESTE)

Prof.ª Dr.ª Maritane Prior
(UNIOESTE)

Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães
(Coorientador)
(UNIOESTE)

À minha amada família que sempre acreditou em mim, me dando todo apoio e aos meus queridos amigos, que me ajudaram a realizar essa caminhada,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar força em todos os momentos, por me iluminar e conceder tantas graças.

Ao meu pai Nilson Hachmann por me mostrar o valor da determinação e do trabalho.

À minha mãe Maria Tânia Bertolini pelo apoio constante, carinho, amor, incentivo, cumplicidade e compreensão.

À Unioeste e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realizar o curso e à CAPES e à Fundação Araucária pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora Prof. Dra. Márcia de Moraes Echer, um agradecimento especial por não ter medido esforços para que eu pudesse dar o melhor de mim nesse trabalho. Espero poder retribuir um dia tudo o que me ensinou.

À minha quase irmã Graciela Dalastra. Esses sete anos foram muito bem supervisionados por você. Obrigado por me ajudar tanto a todo momento. Não tenho palavras suficientes para agradecer. Sem dúvida você sempre foi meu braço direito!

Às melhores amigas que eu poderia ter encontrado na graduação e no mestrado e que vou levar por toda vida, Mônica Muller e Thaisa Mioranza. Vocês foram incríveis nesses sete anos juntos.

Ao mais novo “melhor amigo” Mitio Inagaki. Fazer as avaliações de trocas gasosas me mostrou o quanto você pode ser um japonês legal. Obrigado pelas avaliações, mas principalmente, obrigado por ser meu “brother”.

Aos “amigos fisiologia” André Battistus, Lucas Bulegon, Leandro Rampim, Débora Klein, Luiz Offemann. Obrigado por deixarem um lugar na mesa pra mim e por serem sempre prestativos.

Ao Jeferson Klein, por auxiliar nas análises dos dados e dar uma “luz” na discussão.

Aos meus “amigos PPGA”, em especial ao Diandro Barilli pelas conversas e horas de descontração.

À professora Vanda Pietrowski pelas conversas e conselhos. Aos professores Claudio Tsutsumi, Edmar Vasconcelos e Eurides Macedo Jr. por auxiliarem na análise dos dados. Aos professores Vandeir Guimarães e Maritane Prior pelo auxílio e orientação.

Aos acadêmicos do curso de agronomia da Unioeste, em especial a Rafael Yassue, Amanda do Nascimento, Ana Zago, Claudinéia Borba, Daniela Daniel, Giordana da Silva, Jhenifer Weyand, Karina Kestring e Rayssa Helana da Silva. Sem a ajuda de vocês, tudo isso não seria possível.

Aos funcionários da universidade, por não terem medido esforços para que o trabalho pudesse ser conduzido da melhor forma possível, em especial à Dirlene Solf Hartlaben e Flávio Goettems.

Às secretárias do PPGA, Leila e Ana por serem tão pacientes e realizarem seu trabalho com tanta dedicação.

À empresa Agristar/Topseed, em especial ao Marcelo Almeida, pela concessão das sementes.

Meus mais sinceros agradecimentos!

“Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?”

Fernando Pessoa

RESUMO

HACHMANN, Tiago Luan. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro de 2014. **Características agronômicas e índices de trocas gasosas do tomateiro em função de sistemas de condução em ambiente protegido.** Orientador: Márcia de Moraes Echer. Coorientadores: Vandeir Fracisco Guimarães e Maritane Prior

Este trabalho foi conduzido no período de 11/04/2014 a 16/09/2014, tendo como objetivo estudar a influência do número de hastes e da forma de estabelecimento dessas hastes nas características produtivas e qualitativas de duas cultivares de tomateiro, e avaliar o curso diário dos índices de trocas gasosas de duas cultivares de tomateiro, em folhas expostas à radiação solar proveniente do quadrante leste (período da manhã) ou do quadrante oeste (período da tarde). O delineamento experimental utilizado no primeiro experimento foi de blocos casualizados, em esquema fatorial de $3 \times 2 \times 2$, com quatro repetições. Foram testados três números de haste por planta (uma, duas e quatro hastes), duas formas de condução (mantendo a haste principal e retirando a haste principal) e duas cultivares (híbrido F1 Rubi e híbrido Caniles). Foi avaliado o número total de frutos, número de frutos normais, não comerciais e com podridão apical; porcentagem de frutos não comerciais e com podridão apical; massa média, diâmetro longitudinal e transversal dos frutos normais; massa de frutos, diâmetro transversal e longitudinal, massa média por fruto e produtividade dos quatro primeiros cachos; massa total de frutos e massa de frutos normais; e foi calculada a produtividade de frutos normais, não comerciais, com podridão apical e produtividade total de frutos. Também foi avaliado o pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e a relação sólidos solúveis/acidez titulável (“ratio”). No segundo experimento o delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 6$, com quatro repetições. O primeiro fator foi composto de duas posições de avaliação na planta (Leste e Oeste), o segundo de duas cultivares de tomate (Caniles e Rubi) e por fim seis horários de avaliação ao longo do dia (8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00). Foi mensurada a taxa de assimilação líquida de CO_2 (A), taxa de transpiração foliar (E), condutância estomática (g_s), concentração interna de CO_2 (C_i), temperatura foliar ($^{\circ}\text{C}$) e déficit de pressão de vapor. Também foi calculada a eficiência no uso da água (WUE) (relação A/E), eficiência intrínseca no uso da água (WUE_i) (relação A/g_s) e a eficiência instantânea da carboxilação (A/C_i) (relação A/C_i). A condução das plantas com quatro hastes é mais favorável para a produtividade e para as características de qualidade. O estabelecimento do número de hastes mantendo a haste principal é mais adequado por proporcionar obtenção de maior produtividade. A cultivar Caniles é a mais adequada para a condução nas condições de cultivo, por apresentar maior produtividade e por apresentar frutos com maior “ratio”. Os valores de taxa de assimilação líquida de CO_2 , taxa de transpiração foliar, condutância estomática, temperatura foliar, eficiência no uso da água, eficiência intrínseca no uso da água e eficiência instantânea de carboxilação no quadrante leste são maiores que no quadrante oeste. A cultivar Caniles apresenta maior taxa de assimilação líquida de CO_2 , taxa de transpiração foliar, temperatura foliar e eficiência instantânea de carboxilação sob condições de temperatura e luminosidade elevadas.

Palavras-Chave: *Solanum lycopersicum* L., densidade de plantio, número de hastes, taxa de assimilação líquida de CO_2 , taxa de transpiração foliar.

ABSTRACT

HACHMANN, Tiago Luan. State University of Western Paraná, February 2014. **Agronomic characteristics and gas exchange rates of tomato in function of cultivation system in a protected environment.** Advisor: Marcia de Moraes Echer. Co-Advisors: Vandeir Fracisco Guimarães and Maritane Prior

This work was conducted in the period from April, 11th, 2014 until September, 9th, 2014 aiming studying the influence of the number of stems and the way of establishing these stems in productivity and quality characteristics of the tomato cultivars, and evaluate the daily course of gas exchange indexes of the tomato cultivars in the leaves exposed to solar radiation from the east (morning) or the west (afternoon). The experimental design used in the first experiment was a randomized block design with factorial $3 \times 2 \times 2$, with four replications. Three numbers of stem per plant were tested (one, two and four stems) two forms of establishment (maintaining and removing the main stem) and two cultivars (Caniles and Rubi F1 hybrid). The total number of fruits, number of normal fruits, non-commercial and blossom-end rot was evaluated; percentage of unmarketable fruits and blossom end rot; average mass, longitudinal and transversal diameter of the normal fruits; fruit mass, transversal and longitudinal diameter, average fruit mass and productivity of the first four clusters; total mass of fruit and fruit normal mass; and was calculated productivity of normal fruits, non-commercial, with blossom end rot and total fruit yield. It was also evaluated pH, soluble solids, titratable acidity and soluble solids/titratable acidity ("ratio"). In the second experiment the experimental design was a randomized block design, factorial $2 \times 2 \times 6$, with four replications. The first factor was composed of two evaluation positions in the plant (East and West), the second of two tomato cultivars (Caniles and Rubi) and finally six times evaluation throughout the day (8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 and 18:00). It was measured the rate of CO₂ net assimilation (A), leaf transpiration (E), stomatal conductance (g_s), internal CO₂ concentration (C_i) and leaf temperature (°C) and vapor pressure deficit. It was also calculated the water use efficiency (WUE) (A/E), intrinsic water use efficiency (WUE_i) (A/g_s) and the instantaneous efficiency of carboxylation (A/C_i). The conduction of plants with four stems is more favorable to productivity and the quality characteristics. The establishment of stems number keeping the main stem is best suited for providing greater productivity. The cultivar Caniles is the most suitable for driving on growing conditions, due to its higher yield and fruits with better "ratio". The values of net assimilation rate of CO₂, leaf transpiration, stomatal conductance, leaf temperature, water use efficiency, intrinsic water use efficiency and instantaneous carboxylation efficiency on the east side are larger than on the west side. The cultivar Caniles has a higher net assimilation rate of CO₂, leaf transpiration, leaf temperature and instantaneous carboxylation efficiency under conditions of high temperature and luminosity.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., planting density, number of stems, gas exchange, CO₂ net assimilation, leaf transpiration rate.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
ARTIGO I	5
INTRODUÇÃO.....	7
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS	20
ARTIGO II.....	26
INTRODUÇÃO.....	28
MATERIAL E MÉTODOS.....	29
RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

INTRODUÇÃO GERAL

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça de cultivo cosmopolita, ou seja, é cultivada em praticamente todos os continentes do mundo. No Brasil essa hortaliça está presente na maioria das regiões geográficas, sendo cultivada em épocas distintas, sob diferentes níveis de manejo. É a principal hortaliça, em volume, consumida *in natura* no mundo, sendo uma das principais fontes naturais de licopeno, além de ácidos (ácido acético, ácido láctico e ácido málico), vitamina C e traços de potássio, fósforo e ferro (Monteiro et al., 2008).

Devido à sua importância econômica, a cultura do tomateiro é uma das mais estudadas do mundo. No Brasil, o esforço de pesquisadores, assistentes técnicos e produtores tem levado a aumentos constantes na produtividade. Nas décadas de 1980, 1990 e 2000, os rendimentos médios foram de 33,9 t ha⁻¹, 42,0 t ha⁻¹, e 57,9 t ha⁻¹, respectivamente. Em 2010 a produtividade média foi de 60,5 t ha⁻¹, o que perfaz um incremento de 97,7% em produtividade se comparado à 1980, quando os rendimentos médios foram de 30,6 t ha⁻¹ (Matos et al., 2012).

A espécie, de crescimento indeterminado, é uma planta herbácea, de caule mole e flexível, não suportando o peso dos frutos na vertical. Naturalmente a planta ocorre em forma de moita, sendo necessária, para consumo *in natura*, sua condução com tutoramento (Cançado Júnior et al., 2003). O cultivo de tomate tutorado é destinado, em sua maioria, ao mercado de mesa. Nos últimos anos, os produtores têm investido no cultivo em ambiente protegido, devido às melhores condições e qualidade de produção.

A tecnologia do cultivo protegido veio se somar às novas tecnologias adotadas no cultivo na produção de tomate, buscando a produção de alimentos de forma competitiva e sustentável, elevando a produtividade e qualidade dos produtos, aumentando a lucratividade com um mínimo de impacto ao meio ambiente e assim, diminuindo os riscos e as incertezas do setor agrícola (Darezzo et al., 2004). A produção em ambiente protegido tem sido uma alternativa para superar as limitações de origem ambiental, possibilitando a obtenção de maiores produtividades e qualidade de produto. Porém, torna-se necessário o constante aprimoramento das técnicas de produção e uma minuciosa compreensão de todas as variáveis que afetam esse ambiente. Alguns trabalhos relatam que a temperatura, a umidade relativa, a quantidade de água fornecida, a radiação fotossinteticamente ativa e a nutrição são os principais fatores que limitam a produtividade do tomateiro.

A importância da cultura do tomateiro mostra a necessidade constante da compreensão dos efeitos da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e da radiação solar sobre a planta. Ao se conhecer como estes fatores ambientais afetam a fisiologia da planta, pode-se traçar práticas de manejo para otimizá-los, bem como aumentar a produtividade (Kinet e Peet, 2002).

Por ser a fonte primária de energia, a luz é um dos mais importantes fatores ambientais para o crescimento das plantas. A absorção da radiação incidente pelas culturas depende do seu índice de área foliar, posição solar, geometria e tamanho da folha, ângulo de distribuição, idade, arranjo das plantas, época do ano e nebulosidade e ainda da característica genética da cultivar, das condições meteorológicas e de práticas de manejo da cultura (Radin et al., 2003).

A posição de incidência da radiação solar e o arranjo das plantas na área apresentam papel importante na distribuição da luz no dossel da cultura. Em alguns pontos da cultura, muitas folhas são sombreadas em algum período do dia (Li et al., 2014). A intensidade e qualidade da luz são essenciais para o crescimento, morfologia e outras respostas fisiológicas das plantas (Fan et al., 2013). A fim de se ajustar às várias condições de luz, as plantas envolvem muitos mecanismos incluindo mudanças morfológicas e fisiológicas a nível foliar (Macedo et al., 2011).

Um componente importante, de grande influência na distribuição da radiação solar no dossel da cultura é a densidade de plantio. O aumento na densidade de plantio é uma técnica muito utilizada no cultivo do tomateiro em ambiente protegido, tendo em vista que esse tipo de cultivo deve aproveitar ao máximo a área disponível, devido aos altos custos de instalação das estruturas e ao alto nível tecnológico utilizado.

O aumento na densidade de plantio pode ser conseguido, de forma simplificada, por duas formas: através do aumento do número de plantas por unidade de área, ou através do aumento do número de hastes por planta. A principal vantagem do segundo método em relação ao primeiro é a possibilidade de aumentar a densidade de plantio com menor gasto com sementes. Dentre os fatores responsáveis pelo alto custo de implantação da cultura, o gasto com sementes vêm adquirindo um valor expressivo, podendo atingir cerca de 10% do custo de implantação da cultura (Agriannual, 2013).

A resposta do tomateiro ao adensamento pode variar de acordo com o genótipo, como observado por Carvalho e Tessarioli Neto (2005) e Machado et al. (2007) para a massa média de frutos. Isto ocorre devido a diferenças entre os genótipos com relação à arquitetura de plantas, distribuição da produção de frutos ao longo da planta e suscetibilidade a doenças (Wamser et al.,

2007). Desta forma, torna-se importante a avaliação do adensamento de plantas em genótipos de tomate com diferentes características agronômicas.

O tamanho potencial dos frutos do tomateiro depende da sua posição na inflorescência e da cultivar, mas o tamanho que eles atingem depende também do total de assimilados produzidos pela área fotossintetizante e do número de frutos que competem por esses assimilados (Streck et al., 1998). Como o total de assimilados de uma planta é diretamente proporcional à fotossíntese, a qual é uma função da densidade de fluxo de radiação solar incidente, da concentração de CO₂ atmosférico e da área foliar, e com o aumento da densidade de plantas há redução da área foliar por planta e aumento do sombreamento, é de se esperar que a massa fresca média de frutos diminua com o aumento da densidade de plantas.

Altas densidades produzem grande número de frutos por área, mas com tamanho, massa e número de frutos por planta reduzidos. Esse fato tem sido atribuído principalmente às pressões de competição intra e entre plantas. Quando a cultura é instalada sobre baixas densidades, ocorre o inverso, ou seja, ocorre uma produção total menor com maior número de frutos por planta, e com tamanho e massa mais elevada (Resende e Costa, 2003).

Para Radin et al. (2003) quando água e nutrientes são fornecidos adequadamente, a interceptação e a absorção da radiação solar fotossinteticamente ativa tornam-se os fatores limitantes da produtividade. A otimização da captação de luz no cultivo do tomate é essencial para maximizar a produção de frutos do tamanho desejado (Shirahige et al., 2010).

De acordo com Moreira (2001) do total de radiação que atinge o dossel de uma cultura, parte é absorvida pelos pigmentos contidos na folha, outra parte é refletida pelas folhas, e finalmente, uma terceira parte é transmitida, através das camadas de folhas que compõem a planta e através das camadas que constituem a folha. Ainda de acordo com esse autor, a eficiência fotossintética depende da taxa fotossintética por unidade de área foliar e da interceptação da radiação foliar, que são influenciados pelas características da arquitetura da copa e pela densidade de área foliar.

O efeito do espaçamento pode ser visto em termos de exposição à luz, no sentido de que, com espaçamentos maiores há menor sobreposição e sombreamento de folhas, melhor penetração da densidade do fluxo de fótons fotossintéticos nas folhas basais e menor competição por luz (Papadopoulos e Pararajasingham, 1997). Ainda de acordo com esses autores, em plantios adensados a sobreposição e o sombreamento das folhas reduz a área foliar e, conseqüentemente

diminui a taxa fotossintética e a eficiência fotossintética por planta. Borraz et al. (1991) citados por Davi (2010) afirmaram que a competição por luz promove maior gasto de energia em processos de crescimento celular e menor translocação de açúcares para os frutos.

As pressões exercidas pela população de plantas afetam de modo marcante o desenvolvimento das plantas. Os efeitos verificados na produção das culturas, ocasionados pelo aumento ou redução da densidade de plantio estão relacionados com a fisiologia da planta (Ramos et al., 2009)

A forma como o número de hastes é estabelecido na planta também é um fator importante para garantir a uniformidade da produção dentro das hastes. Usualmente, quando conduzidas duas hastes, é mantida a haste principal e a primeira haste abaixo do primeiro cacho, por apresentarem-se mais vigorosas. Na planta de tomateiro, a haste principal possui maior vigor em relação às demais, devido à dominância apical, regida por uma relação hormonal; e as hastes localizadas imediatamente abaixo dos cachos possuem maior vigor, devido a uma estratégia da planta de tomateiro para maximizar a translocação de fotoassimilados para o crescimento dos frutos (Pivetta et al., 2007).

Quando se pretende conduzir mais do que duas hastes, o efeito de dominância da haste principal não é interessante. Com o efeito dessa dominância, as demais hastes tornam-se pouco vigorosas e com o crescimento da planta, passam a ser sombreadas pela haste principal, diminuindo ainda mais seu potencial produtivo. Dessa forma, a eliminação da haste principal poderia permitir um desenvolvimento equitativo das demais hastes, por não haver mais o efeito de dominância apical.

A fim de estudar esses parâmetros, a dissertação foi estruturada em dois artigos, seguindo as normas da Revista *Bragantia*.

ARTIGO I

DESEMPENHO DE HÍBRIDOS DE TOMATEIRO EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE HASTES POR PLANTA E DA FORMA DE ESTABELECIMENTO DAS HASTES

Desempenho de híbridos de tomateiro em função do número de hastes por planta e da forma de estabelecimento das hastes

Resumo

Este trabalho teve como objetivo estudar a influência do número de hastes e da forma de estabelecimento dessas hastes nas características produtivas e qualitativas de duas cultivares de tomateiro. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial de 3 x 2 x 2, com quatro repetições. Foram testados três números de haste por planta (uma, duas e quatro hastes), duas formas de condução (mantendo a haste principal e retirando a haste principal) e duas cultivares (Rubi e Caniles). Foi avaliado o número total de frutos, número de frutos normais, não comerciais e com podridão apical; porcentagem de frutos não comerciais e com podridão apical; massa média, diâmetro longitudinal e transversal dos frutos normais; massa de frutos, diâmetro transversal e longitudinal, massa média por fruto e produtividade dos quatro primeiros cachos; massa total de frutos e massa de frutos normais; e foi calculada a produtividade de frutos normais, não comerciais, com podridão apical e produtividade total de frutos. Também foi avaliado o pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e a relação sólidos solúveis/acidez titulável (“ratio”). A condução das plantas com quatro hastes é mais favorável para a produtividade de frutos e para as características de qualidade pós-colheita. O estabelecimento do número de hastes mantendo a haste principal é mais adequado por proporcionar obtenção de maior produtividade. A cultivar Caniles é a mais adequada para a condução nas condições de cultivo, por apresentar maior produtividade e por apresentar frutos com maior “ratio”.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L., densidade de hastes, sistema de condução, manejo da cultura.

Performance of tomato hybrids as a function of the number of stems per plant and the way of establishment of the stems

Abstract

This work aimed to study the influence of the number of stems and the way of establishment of these stems in productivity and quality characteristics of two cultivars of tomato. The experimental design was randomized blocks, factorial 3 x 2 x 2 design with four replications. Were tested three numbers of steam per plant stem (one, two or four), two forms of driving

(maintaining and removing the main stem) and two cultivars (Ruby and Caniles). The total number of fruits, number of fruits normal, non-commercial and blossom-end rot was assessed; percentage of unmarketable fruit and blossom end rot; average mass, longitudinal and transverse diameter of the normal fruits; fruit mass, transverse and longitudinal diameter, average fruit mass and yield of the first four clusters; total fruit mass and normal fruit; and total fruit yield, fruits of normal, non-commercial and blossom-end rot was calculated. Furthermore, at the end of the conduction period of the experiment, we evaluated the pH, soluble solids, titratable acidity and soluble solid/acidity. Driving with four stems of plants is the most favorable for productivity and quality characteristics. The establishment of the steams keeping the main steam is most suitable for providing higher productivity. Cultivar Caniles is the most suitable for driving in the conditions of cultivation, due to its higher productivity and produced fruits with better "flavor".

Key words: *Solanum lycopersicum* L., stems density, conduction system, crop management.

INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça de cultivo cosmopolita, ou seja, é cultivada em praticamente todos os continentes. No Brasil essa hortaliça está presente praticamente em todas as regiões geográficas, sendo cultivada em épocas distintas, sob diferentes níveis de manejo. É a principal hortaliça, em volume, consumida *in natura*, sendo uma das principais fontes naturais de licopeno, além de ácidos (ácido acético, ácido láctico e ácido málico), vitamina C e traços de potássio, fósforo e ferro (Monteiro et al., 2008).

Devido à sua importância econômica, a cultura do tomateiro é uma das mais estudadas do mundo. No Brasil, o esforço de pesquisadores, assistentes técnicos e produtores tem levado a aumentos constantes na produtividade. Nas décadas de 1980, 1990 e 2000, os rendimentos médios foram de 33,9, 42,0 e 57,9 t ha⁻¹, respectivamente. Em 2010 a produtividade média foi de 60,5 t ha⁻¹, o que perfaz um incremento de 97,7% em produtividade se comparado à 1980, quando os rendimentos médios foram de 30,6 t ha⁻¹ (Matos et al., 2012).

O cultivo do tomateiro em ambiente protegido é uma técnica que se difundiu pelo Brasil nas últimas décadas e um dos principais responsáveis pelo aumento em produtividade. Esse tipo de cultivo proporciona aumento nos rendimentos, bem como obtenção de produtos de melhor

qualidade (Carvalho e Tessarioli Neto, 2005). Com esse tipo de cultivo é possível reduzir a sazonalidade de produção, além de possibilitar o controle parcial de fatores responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento das plantas (Darezzo et al., 2004).

A produção de tomate em ambiente protegido deve aproveitar ao máximo a área disponível, devido aos altos custos de instalação das estruturas e ao alto nível tecnológico utilizado. Uma forma de aumentar o aproveitamento da área de cultivo é aumentar a densidade de plantio. Plantios adensados, com grande número de ramos por planta, podem resultar em redução na massa média dos frutos, porém aumentam a produtividade total da planta (Azevedo et al., 2010).

O aumento na densidade de plantio pode ser conseguido, de forma simplificada, por duas formas: pelo aumento do número de plantas por unidade de área, ou pelo aumento do número de hastes por planta. A principal vantagem do segundo método em relação ao primeiro é a possibilidade de aumentar a densidade de plantio com menor gasto com sementes. Dentre os fatores responsáveis pelo alto custo de implantação da cultura, o gasto com sementes vêm adquirindo um valor expressivo, podendo atingir cerca de 10% do custo de implantação da cultura (Agriannual, 2013).

A resposta do tomateiro ao adensamento pode variar de acordo com o genótipo, como observado por Carvalho e Tessarioli Neto (2005) e Machado et al. (2007). Isto ocorre devido a diferenças entre os genótipos com relação à arquitetura de plantas, distribuição da produção de frutos ao longo da planta e suscetibilidade a doenças (Wamser et al., 2007). Desta forma, torna-se importante a avaliação do adensamento de plantas em genótipos de tomate com diferentes características agronômicas.

A forma como o número de hastes é estabelecido na planta também é um fator importante para garantir a uniformidade da produção dentro das hastes. Usualmente, quando conduzidas duas hastes, é mantida a haste principal e a primeira haste abaixo do primeiro cacho, por apresentarem-se mais vigorosas. Na planta de tomateiro, a haste principal possui maior vigor em relação às demais, devido à dominância apical, regida por uma relação hormonal (Taiz e Zeiger, 2013), e as hastes localizadas imediatamente abaixo dos cachos possuem maior vigor do que as demais hastes secundárias, devido a uma estratégia da planta de tomateiro para maximizar a translocação de fotoassimilados para o crescimento dos frutos (Pivetta et al., 2007).

Quando se pretende conduzir mais do que duas hastes, o efeito de dominância da haste principal não é interessante. Com o efeito dessa dominância, as demais hastes tornam-se pouco vigorosas e com o crescimento da planta, passam a ser sombreadas pela haste principal, diminuindo ainda mais seu potencial produtivo. Dessa forma, a eliminação da haste principal poderia permitir um desenvolvimento equitativo das demais hastes, por não haver mais o efeito de dominância apical.

Estudos relacionados ao desempenho produtivo do tomateiro no que diz respeito à relação entre número de hastes e a forma como essas hastes são estabelecidas, bem como a adaptação de alguns genótipos a essas formas de manejo são escassos e poderiam auxiliar na obtenção de maior uniformidade de produção e qualidade. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo estudar o efeito do número de hastes associado à forma de estabelecimento dessas hastes nas características produtivas e qualitativas de duas cultivares de tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Centro de Controle Biológico e Cultivo Protegido pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, no município de Marechal Cândido Rondon – PR (24°33'S e 54°02'W), no período de 11/04/2014 a 16/09/2014.

A cultura foi instalada sob estrutura de ferro galvanizado com teto em forma de arco, de dimensões 7 x 30 m e 3,5 m de pé direito. O teto foi coberto com filme plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) com filtro difusor e anti-UV, de 150 µ de espessura. As laterais foram fechadas com tela branca de 40% de sombreamento. No interior da estufa foi instalado um datalogger da marca HOMIS modelo 494, programado para registrar os dados a cada hora cheia do dia, que foi alocado em abrigo meteorológico posicionado a uma altura de 1,20 m do solo.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 2 x 2. O primeiro fator foi constituído de três números de hastes por planta, o segundo por duas formas de estabelecimento do número de hastes e o terceiro de duas cultivares de tomate.

O número de hastes testado foi uma, duas e quatro hastes. O fator forma de estabelecimento das hastes foi testado mantendo a haste principal e retirando a haste principal. Nos tratamentos onde foi mantida a haste principal (com haste principal – CHP), o número de

hastes foi estabelecido contabilizando esta haste. Sendo assim, no tratamento com uma haste foi mantida a haste principal apenas, no tratamento com duas hastes foi mantida a haste principal e a primeira localizada abaixo da primeira inflorescência e no tratamento com quatro hastes foi mantida a haste principal e as três hastes localizadas imediatamente abaixo da primeira inflorescência. Nos tratamentos sem haste principal (SHP), esta foi retirada logo após a emissão da primeira inflorescência, mantendo, dessa forma, uma, duas ou quatro hastes localizadas abaixo da primeira inflorescência, de acordo com cada tratamento.

As cultivares utilizadas foram Rubi, tomate do tipo holandês, de crescimento indeterminado, com raquis espessa que mantém-se por um bom período após a colheita, com coloração vermelha intensa a alta durabilidade pós-colheita e peso médio de 110 g; e Caniles, tomate do tipo santa cruz, com boa coloração vermelha, sabor e firmeza, além de alta uniformidade de forma e tamanho, boa resistência a rachaduras, a microfissuras, mancha e danos por baixas temperaturas, com peso médio de 65 g (Agristar, 2014).

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo substrato comercial. O transplântio foi realizado quando as mudas apresentavam cinco folhas definitivas, sendo transplantada uma muda por vaso. A cultura foi instalada em vasos de 12 litros preenchidos com uma mistura de substrato comercial e húmus, na proporção 1:1 (V:V). Os vasos foram dispostos no espaçamento de 0,50 m entre plantas e 1,40 entre linhas centrais.

A irrigação foi realizada via gotejamento, utilizando fita flexível com vazão de 1,6 L h⁻¹ e emissores espaçados em 0,50 m. A quantidade de água demandada foi estimada através de tensiômetros do modelo WATERMETER WS-76 (P*). Os tensiômetros foram instalados em um vaso de cada tratamento. A adubação foi realizada por fertirrigação três vezes por semana, seguindo as recomendações de Trani et al. (2011).

Após o transplante das mudas, quando as plantas apresentavam de três a quatro folhas definitivas, estas foram tutoradas, de acordo com cada tratamento. Nos tratamentos onde foi conduzida apenas uma haste, esta foi conduzida de forma vertical, em linha reta com a linha de plantas. Nos tratamentos onde foram conduzidas duas e quatro hastes por planta, a condução foi realizada de forma vertical, em linhas paralelas à linha de plantas, distanciadas desta em 0,45 m.

O raleio de frutos foi realizado no início do desenvolvimento dos frutos, logo após o início de seu crescimento. Para isso foram deixados os seis frutos mais uniformes dentro de cada

cacho, retirando os demais com auxílio de uma tesoura de poda. A retirada da gema apical foi realizada quando as plantas atingiram 1,90 m de altura.

O manejo preventivo de doenças foi realizado através da aplicação de calda bordalesa (2,5 g L⁻¹) a cada duas semanas. O controle de pragas foi realizado de acordo com a necessidade da cultura, sendo realizadas duas aplicações de inseticidas para efetuar o controle de mosca-branca (*Bemisia tabaci* raça B), conforme as recomendações para a cultura.

Os frutos foram colhidos quando apresentavam-se em estágio uniforme de maturação (completamente vermelhos) e classificados em frutos normais, frutos não comerciais e com podridão apical, seguindo normas do CEAGESP (1998). Foram considerados frutos não comerciais os frutos que apresentavam diâmetro transversal menor do que 40 mm. Foi avaliado o número de cachos por planta, o número total de frutos, o número de frutos normais, não comerciais e com podridão apical, massa média dos frutos normais e diâmetro longitudinal e transversal dos frutos normais.

Foi determinado ainda, para os quatro primeiros cachos, o número de frutos, massa total, massa média, diâmetro transversal e longitudinal dos frutos e a produtividade. Para isso, foram considerados os quatro primeiros cachos da haste principal nos tratamentos com uma haste; os dois primeiros da haste principal mais os dois primeiros da haste secundária para os tratamentos com duas hastes; e o primeiro cacho de cada haste para os tratamentos com quatro hastes.

Foi calculada ainda a massa total de frutos e massa de frutos normais; porcentagem de frutos não comerciais e com podridão apical; e foi calculada a produtividade total de frutos, de frutos normais, não comerciais e com podridão apical.

Em cada avaliação foi amostrado um fruto normal de cada tratamento, colocado em saco plástico devidamente identificado e armazenado sob refrigeração a -5 °C, para posterior análise da qualidade dos frutos. Após o término do experimento, os frutos foram macerados para obtenção do suco, sendo posteriormente determinado o potencial hidrogeniônico (pH), através da leitura direta em peagâmetro e o teor de sólidos solúveis (SS), mensurado através da leitura em refratômetro digital. A acidez titulável (AT) foi determinada conforme metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz (2005), através de titulação com hidróxido de sódio. Por fim foi calculada a relação sólidos solúveis/acidez titulável.

Após tabulados, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de temperatura do ar e da umidade relativa do ar ao longo do período de condução do experimento, no interior do ambiente protegido, são apresentados na Figura 1.

Durante o período de condução do experimento foram observadas temperaturas mínimas e máximas de 7,8°C e 35,8°C, respectivamente. Essas temperaturas estão próximas às ideais para a cultura do tomateiro, que são superiores a 10°C e inferiores a 35°C (Alvarenga, 2004). Segundo Brandão Filho e Callegari (1999), em cada fase do ciclo do tomateiro, existe uma temperatura considerada ótima, mas de maneira geral, temperaturas diurnas entre 25 a 30°C e noturnas entre 15 e 20°C são consideradas como favoráveis para o seu bom desenvolvimento e produção. A temperatura média durante o período de cultivo foi de 19,7°C, considerada ideal para o cultivo.

Não foi observada interação entre número de hastes, forma de estabelecimento dos tratamentos e híbridos, sendo os fatores estudados de forma isolada. Foi observado efeito significativo do número de hastes para todas as variáveis, exceto para porcentagem de frutos não comerciais, porcentagem de frutos com podridão apical, número de frutos normais dos quatro primeiros cachos, produtividade de frutos não comerciais. Para o fator forma de estabelecimento, foi observado efeito para as variáveis número de cachos, número total de frutos, massa total de frutos, massa de frutos normais, produtividade de frutos normais e produtividade total de frutos. Com relação às cultivares, houve efeito para todas as variáveis, exceto para número de cachos, número total de frutos, massa média dos frutos normais e massa média dos frutos normais dos quatro primeiros cachos.

A variável número de cachos foi influenciada pelo número de hastes por planta. Houve maior número de cachos no tratamento com quatro hastes, seguido pelo tratamento com duas hastes, e por fim pelo tratamento com haste única (Tabela 1). Esse efeito já era esperado, tendo em vista que com maior número de hastes há uma emissão de um número maior de

inflorescências. O número de cachos no tratamento com quatro hastes foi 3,45 vezes maior do que no tratamento com uma haste.

Foi observado maior número de cachos no sistema de estabelecimento com haste principal. Isso ocorre pois nesse sistema de condução não foi retirado o primeiro cacho da haste principal. Desta forma a altura de inserção do primeiro cacho na planta é menor, permitindo a obtenção de um maior número de cachos até a altura de desponte (1,90 m).

O número total de frutos foi maior no tratamento com quatro hastes do que no tratamento com duas hastes e com uma haste (Tabela 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Carvalho e Tessarioli Neto (2005) e por Charlo et al. (2009), ao comparar o cultivo de tomateiro com duas hastes e com uma haste. Estes autores observaram maior número total de frutos no cultivo com duas hastes do que no cultivo em haste única. De acordo com esses autores, o aumento no número de frutos na planta com dois ramos foi devido ao maior número de inflorescências produtivas e maior área foliar por planta.

Foi observado maior número total de frutos quando foi mantida a haste principal na planta do que quando foi retirada esta haste (Tabela 1). Esse dado é um reflexo direto do número de cachos por planta. Quando foi mantida a haste principal, houve a emissão de um maior número de inflorescências e, conseqüentemente, maior número total de frutos por planta. Isso ocorreu pois nesse sistema de estabelecimento a altura de inserção do primeiro cacho é menor do que quando conduzida a haste secundária.

O número de frutos normais foi maior nos tratamentos com quatro hastes (Tabela 1). Esse maior valor é decorrente do maior número total de frutos conseguidos nesse tratamento. Com relação às cultivares, a cultivar Caniles proporcionou a obtenção de um maior número de frutos normais por planta do que a cultivar Rubi. A cultivar Rubi teve um elevado número de frutos não comercializáveis, principalmente devido à presença de frutos com diâmetro menor que 40 mm.

O número absoluto de frutos não comerciais e o número de frutos com podridão apical foram maiores nos tratamentos com quatro hastes por planta. Porém, a porcentagem de frutos não comerciais e com podridão apical não diferiu entre os tratamentos (Tabela 1). Isso indica que não houve influência do número de hastes na incidência de defeitos nos frutos.

A porcentagem de frutos não comerciais foi maior na cultivar Caniles (Tabela 1). Porém, ao avaliar a porcentagem de frutos com podridão apical, foi observado que a cultivar Rubi possui um valor 79,03% menor de frutos com esse defeito do que a cultivar Caniles. Essa menor

incidência de frutos com podridão apical na cultivar Rubi é devida, provavelmente, à maior tolerância dessa cultivar a fatores ambientais adversos, como temperaturas mais elevadas. Segundo Kinet e Peet (1997), ainda é pouco conhecido porque cultivares diferem na suscetibilidade e determinadas práticas culturais e condições ambientais predispõe o tomateiro à desordem.

O número de frutos normais dos quatro primeiros cachos foi maior para a cultivar Caniles do que para a cultivar Rubi (Tabela 2). A massa de frutos normais dos quatro primeiros cachos foi maior nos tratamentos com uma haste do que com duas e quatro hastes. Esse efeito ocorre pois quando a planta é conduzida com mais de uma haste, há um maior autossombreamento, que diminui a capacidade fotossintética das folhas localizadas na parte basal da planta, responsáveis pelo suprimento com fotoassimilados desses quatro primeiros cachos. Segundo Acock (1978), o terço superior do tomateiro, representando 23% da área foliar total da planta, pode interceptar cerca de 73% da radiação solar total incidente, sendo responsável por mais de 60% da assimilação líquida de fotoassimilados.

Com relação às cultivares, a maior massa de frutos normais dos quatro primeiros cachos foi obtida para a cultivar Caniles (Tabela 2). Essa característica é importante quando se pretende trabalhar com a produção concentrada de frutos, visando a colheita antecipada, sem muitas perdas em produção. De acordo com Oliveira et al. (1995), as maiores concentrações de frutos de tamanho grande ocorrem nos cinco primeiros cachos da planta de tomateiro, o que os torna mais produtivos em termos comerciais para a cultura.

A massa média de frutos dos quatro primeiros cachos foi maior nos frutos obtidos do cultivo em haste única, seguidos pelo cultivo com duas hastes, e por fim seguido pelo cultivo com quatro hastes. Esse resultado é reflexo do autossombreamento gerado quando há um maior número de hastes por área.

A produtividade dos quatro primeiros cachos foi maior no tratamento de condução da planta com uma haste (Tabela 2). Essa produtividade representa 61% da produtividade total desse tratamento (dado apresentado na Tabela 3). Para os tratamentos com duas e quatro hastes por planta, a produtividade dos quatro primeiros cachos representa 31,29 e 17,29% da produtividade total, respectivamente.

A condução das plantas com uma haste por planta proporcionou a obtenção de frutos com maior diâmetro transversal do que a condução das plantas com duas e quatro hastes (Tabela 3), e

a condução das plantas com uma e duas hastes proporcionou maior diâmetro longitudinal dos frutos do que a condução com quatro hastes. De acordo com Carvalho e Tessarioli Neto (2005), este efeito da densidade de plantas no diâmetro ocorre porque em condições de adensamento as plantas competem mais por luz e direcionam um maior gasto de energia aos processos de crescimento celular e promovem uma menor translocação de açúcares para os frutos, resultando numa diminuição do diâmetro.

Segundo Andriolo (1999) quando a demanda por assimilados é muito alta, uma competição se estabelece entre os diferentes drenos da planta. A força dos frutos é superior àquela das flores e das partes vegetativas e, por esse motivo, os frutos competem entre si pelos assimilados.

Sendo assim, quando o número de inflorescências aumenta indefinidamente, ocorre uma diminuição no tamanho dos frutos colhidos. Porém, essa redução no tamanho não significa, necessariamente, redução na qualidade dos frutos. Até a última década o consumidor brasileiro de tomate valorizava mais o tamanho do fruto e muito menos o sabor. Hoje há uma tendência por parte do consumidor em preferir frutos menores e com melhor qualidade, no que diz respeito ao sabor, a coloração e a firmeza (Machado et al., 2007).

A cultivar Rubi teve diâmetro transversal maior do que a cultivar Caniles, porém, essa é uma característica inerente ao material genético. A mesma influência do material genético foi observada para o diâmetro longitudinal dos frutos. Porém, para esta variável, a cultivar Caniles obteve os maiores valores.

A massa média dos frutos normais foi maior nos frutos obtidos do cultivo com uma haste do que nos cultivos com duas hastes, e este por sua vez foi superior à massa média dos cultivos com quatro hastes (Tabela 3). Essa variável é importante, tendo em vista que o consumidor brasileiro prioriza, na aquisição de produtos hortícolas, a qualidade e a aparência do produto e, no caso do tomate, o tamanho do fruto é um atributo essencial na decisão de compra (Matos et al., 2012). De acordo com Sedyama et al. (2003), a densidade de plantas elevada ocasiona sombreamento, elevação da umidade e as plantas se tornam mais sujeitas a incidência de doenças. Além disso, ocorre uma significativa redução do tamanho dos frutos.

Segundo Andriolo (1999), o tamanho final de um fruto depende do tamanho potencial, determinado antes da polinização, e da competição de assimilados ligada à sequência de polinização. Os primeiros frutos da inflorescência têm assim um efeito inibidor sobre os

seguintes. Essa inibição se manifesta por um crescimento reduzido, ou até mesmo pela paralisação do crescimento. De acordo com esse autor, é prática necessária o raleio de frutos, deixando de cinco a seis frutos por cacho, tendo em vista que o aparato vegetativo da planta dos híbridos atualmente em uso não tem condições de suprir os assimilados necessários para que um número maior de frutos atinja o tamanho comercial.

A forma como as plantas foram tutoradas no presente experimento pode ter sido decisiva para a obtenção de massa média de frutos adequada. Segundo Marim et al. (2005), no tomateiro, a densidade de plantas resulta em ganhos quantitativos e, principalmente, qualitativos na produção quando associado a práticas de manejo que reduzam a competição por radiação.

Em relação a massa total de frutos e massa de frutos normais, a condução das plantas com quatro hastes proporcionou maiores valores do que quando a planta foi conduzida com duas e com uma haste (Tabela 3). De acordo com Oliveira et al. (1995), o rendimento comercial do tomate depende mais do número de hastes do que do número de plantas por hectare. Estes mesmos autores concluíram que plantas conduzidas com duas hastes apresentam produções superiores às plantas com uma haste. Esse mesmo resultado foi obtido no presente experimento.

Com relação ao sistema de estabelecimento das hastes, a maior massa total de frutos e massa de frutos normais foi conseguida quando foi mantida a haste principal (Tabela 3). O efeito de maior homogeneidade entre as hastes quando retirada a haste principal não foi conseguido. Isso pode ter ocorrido pois, no momento em que a haste principal foi retirada, a haste secundária, localizada logo abaixo do primeiro cacho, já se encontrava vigorosa, realizando, assim, um efeito supressor sobre as demais hastes. Dessa forma, mesmo com a retirada da haste principal, houve uma “dominância” dessa segunda haste, fazendo com que o efeito esperado de melhor crescimento das hastes secundárias não fosse conseguido. Para o fator cultivares, maiores valores de massa total de frutos e massa de frutos normais foram obtidos para a cultivar Caniles.

A produtividade dos frutos normais e a produtividade total foi maior nos tratamentos com quatro hastes, do que nos tratamentos com duas e uma haste (Tabela 3). Marim et al. (2005) observaram maior produtividade total de frutos quando as plantas foram conduzidas com uma haste apenas, ao contrário do presente experimento. Porém, esses autores trabalharam com um número fixo de cachos por planta (seis cachos por planta), independente do número de hastes. No presente trabalho o número de cachos por haste variou em função da altura do sistema de tutoramento e não por um número absoluto de cachos por planta, fazendo com que, ao final da

condução de todas as hastes, fosse contabilizado um maior número de cachos e frutos por planta e, conseqüentemente, maior produtividade.

Com relação à forma de estabelecimento do número de hastes, foi observada maior produtividade quando mantida a haste principal (Tabela 3). O efeito de melhor desenvolvimento das demais hastes pela retirada da haste principal e, conseqüentemente do primeiro cacho não foi conseguido no presente experimento. De acordo com Guimarães et al. (2008), possivelmente a remoção do primeiro cacho retiraria da planta um dreno forte, permitindo maior aporte de fotoassimilados para os demais órgãos em desenvolvimento.

O híbrido Caniles apresentou maior produtividade total e produtividade de frutos normais do que o híbrido Rubi (Tabela 3). A maior produtividade da cultivar Caniles em relação à cultivar Rubi pode ser devida à melhor adaptação ao ambiente de cultivo e conseqüentemente melhor expressão de seu potencial genético. A cultivar Caniles apresentou, no presente experimento, massa média próxima à indicada para a cultivar, que é de 65 g, enquanto a cultivar Rubi apresentou massa média abaixo do indicado para a cultivar, que é de 100 g (Agristar, 2014). Essa melhor adaptação também pode ser visualizada na variável produtividade de frutos não comerciais, que na cultivar Rubi foi 29% superior à cultivar Caniles.

O potencial hidrogeniônico (pH) dos frutos de tomate obtidos no cultivo com quatro hastes foi menor do que o pH obtido em frutos de plantas cultivares com uma haste (Tabela 4). O sistema de condução onde foi mantida a haste principal (CHP) proporcionou menores valores de pH para os frutos. Com relação às cultivares, a cultivar Rubi apresentou menor pH do que a cultivar Caniles. Independente do tratamento, os valores de pH do experimento são inferiores a 4,5. De acordo com Monteiro et al. (2008), é importante ter frutos com pH inferior a 4,5 para impedir a proliferação de micro-organismos, principalmente se o fruto for utilizado na preparação de molhos.

O teor de sólidos solúveis nos frutos conduzidos com duas e quatro hastes foi maior do que nos frutos conduzidos em haste única. Com um maior número de hastes por planta os frutos tem um menor tamanho (Tabela 3), o que reflete na concentração de sólidos solúveis (Tabela 4). De acordo com Monteiro et al. (2008), o tamanho do fruto está relacionado à quantidade de água no fruto, o que determinará a maior ou menor concentração de componentes solúveis, bem como a fragilidade física do fruto.

O sistema de condução sem a haste principal proporcionou a obtenção de maiores valores de sólidos solúveis nos frutos. Com relação às cultivares, a cultivar Caniles possuiu maior teor de sólidos solúveis nos frutos. Independente do tratamento, o teor de sólidos solúveis obtido no experimento está acima do indicado por Mencarelli e Salveit Jr (1988) que colocam que frutos de tomate podem ser considerados de alta qualidade quando possuírem teor de sólidos solúveis superior a 3°Brix, o que foi observado para todos os tratamentos.

A acidez titulável foi maior nos frutos de plantas conduzidas com quatro hastes. Segundo Heine (2012), o maior número de hastes por área confere aos frutos maior acidez do que quando é conduzido um número pequeno de hastes por área. O sistema de estabelecimento das hastes também influenciou a acidez titulável dos frutos, sendo que quando foi mantida a haste principal na planta os frutos apresentaram maior porcentagem de ácido cítrico. Os valores de acidez titulável do presente experimento estão acima de 0,32%, indicados por Kader et al. (1978) como ideal para a obtenção de frutos de alta qualidade.

A relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) dos frutos de tomate foi maior em frutos cultivados em plantas com duas hastes, do que em frutos cultivados em plantas com uma e quatro hastes. Valores elevados para essa relação indicam uma excelente combinação de açúcar e ácido, que se correlacionam com sabor suave, enquanto que valores baixos indicam um sabor mais ácido (Monteiro et al., 2008).

A relação SS/AT dos frutos também foi maior no sistema de condução onde foi mantida a haste principal. Com relação às cultivares, a cultivar Caniles proporcionou maiores valores de relação SS/AT. De acordo com Kader et al. (1978), o fruto de tomateiro é considerado saboroso quando apresenta a relação SS/AT superior a 10. Sendo assim, todos os frutos avaliados no presente experimento podem ser classificados como “saborosos”.

Os resultados dos parâmetros de qualidade expostos acima indicam frutos de alta qualidade, inclusive no tratamento de condução com quatro hastes. No tomateiro, o aumento da densidade de plantas resulta em ganhos quantitativos e, principalmente, qualitativos na produção quando associada com práticas de manejo que reduzam a competição por radiação (Streck et al., 1998). Isso pode ser reflexo também da forma como as plantas foram conduzidas (tutoramento em “V” com fileiras duplas) que permitiu adequada interceptação de radiação solar e consequente produção adequada de fotoassimilados, refletindo em, principalmente, elevado teor de sólidos solúveis.

De acordo com Wamser et al. (2012) a maior distância entre as hastes proporcionada pelo tutoramento em “V” aumenta a penetração da radiação solar no dossel da cultura, aumentando assim, a taxa fotossintética total das plantas, melhorando o arejamento na parte interna das plantas.

Durante o período de condução do experimento, observações visuais indicaram que as primeiras hastes secundárias emitidas na planta apresentam maior homogeneidade entre si. Sendo assim, trabalhos testando a forma de estabelecimento deixando as primeiras hastes emitidas na planta são necessários para indicar se pode ser conseguida uma melhor homogeneidade entre as hastes e conseqüente ganho em produção e qualidade.

CONCLUSÃO

A condução das plantas com quatro hastes proporcionou maior produtividade e melhores características de qualidade pós-colheita dos frutos de tomate.

O estabelecimento do número de hastes mantendo a haste principal é mais adequado por proporcionar obtenção de maior produtividade de frutos.

A cultivar Caniles é a mais adequada para a condução nas condições de cultivo, por apresentar maior produtividade e por apresentar frutos com maior ratio.

REFERÊNCIAS

- ACOCK, B. The contribution of leaves from different levels within a tomato crop to canopy net photosynthesis: an experimental examination of two canopy models. *Journal of experimental botany*, v.29, n.111, p.815-827, 1978.
- AGRIFANUAL 2013. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2013. 480p.
- ALVARENGA, M.A.R. Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 400p.
- ANDRIOLO, J.L. Fisiologia das culturas protegidas. Santa Maria: UFSM, 1999. 142p.
- AZEVEDO, V.F.; ABOUD, A.C.S.; CARMO, M.G.F. Row spacing and pruning regimes on organically grown cherry tomato. *Horticultura Brasileira*, v.28, p.389-394, 2010.
- BRANDÃO FILHO, J.U.T.; CALLEGARI, O. Cultivo de hortaliças de frutos em solo em ambiente protegido. *Informe Agropecuário*, v. 20, n. 200/201, p. 64-68, 1999.
- CARVALHO, L.A.; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. *Horticultura Brasileira*, v.23, n.4, p.986-989, 2005.
- CHARLO, H.C.O.; SOUZA, S.C.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L.T. Desempenho e qualidade de frutos de tomateiro em cultivo protegido com diferentes números de hastes. *Horticultura Brasileira*, v.27, p.144-149, 2009.
- DAREZZO, R.J; AGUIAR, R.L; AGUILERA, G.A.H; ROZANE, D.E; DA SILVA, D.J.H. Cultivo em ambiente protegido: histórico, tecnologias e perspectivas. Viçosa: UFV, 2004. 331p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- GUIMARÃES, M.A.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; MATTEDI, A.P. Produtividade e sabor dos frutos de tomate do grupo salada em função de podas. *Bioscience journal*, v.24, n.1, p.32-38, 2008.

HEINE, A.J.M. Produção e qualidade do tomateiro híbrido lumi sob adensamento e condução de hastes. Dissertação (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia). 82p. 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005. 1018p.

KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; STEVENS, M. A.; ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some post harvest handling procedures. *Journal of American Society for Horticultural Science*, v. 113, n. 5, p. 742-745, 1978.

KINET, J.M.; PEET, M.M. Tomato. In: Wien, H.C. (Ed.). *The physiology of vegetable crops*. CAB International, Wallingford, UK, p. 207-258. 1997.

MACHADO A.Q.; ALVARENGA, M.A.R.; FLORENTINO, C.E.T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo in natura. *Horticultura Brasileira*, v.25, p.149-153, 2007.

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

MATOS, E.S.; SHIRAHIGE, F.H.; MELO, P.C.T. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. *Horticultura Brasileira*, v.30 p.240-245, 2012.

MENCARELLI, F.; SALVEIT JR, M.E. Ripening of mature-green tomato fruit slices. *Journal of American Society for Horticultural Science*, v.113, v.5, p.745-752, 1988.

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

OLIVEIRA, V.R.; CAMPOS, J.P.; FONTES, P.C.R.; REIS, F.P. Efeito do número de hastes por planta e poda apical na produtividade classificada de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* MILL.). *Ciência e Prática*, v. 19, n. 4, p. 414-419, 1995.

PIVETTA, C.R.; TAZZO, I.F.; MAASS, G.F.; STRECK, N.A.; HELDWEIN, A.B. Emissão e expansão foliar em três genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Ciência Rural*, v.37, n.5, p.1274-1280, 2007

CEAGESP - SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Programa Paulista para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortifrutigranjeiros. Classificação Pimentão. São Paulo (não paginado), 1998.

SEDIYAMA, M.A.N.; FONTES, P.C.R.; SILVA, D.J.H. Práticas culturais adequadas ao tomateiro. *Informe Agropecuário*, v.24, n.219, p.19-25, 2003.

STRECK, N.A.; BURIOL, G.A.; ANDRIOLO, J.L.; SANDRI, M.A. Influência da densidade de plantas e da poda apical drástica na produtividade do tomateiro em estufa de plástico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.7, p.1105-1112, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Auxina: o hormônio do crescimento. In *Fisiologia vegetal* (L. Taiz, E. Zeiger, eds.). Trad. Santarém, E.R. et al. Artmed, Porto Alegre, 2013. p.309-334

TRANI, P.E.; TIVELLI, S.W.; CARRIJO, A.O. Fertirrigação em hortaliças. Campinas: Instituto Agrônomo, 2011. 58p. (Boletim técnico IAC, 196).

WAMSER, A.F.; MUELLER, S.; SUZUKI, A.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P. Produtividade de híbridos de tomate submetidos ao cultivo superadensado. *Horticultura Brasileira*, v.30, p.168-174, 2012.

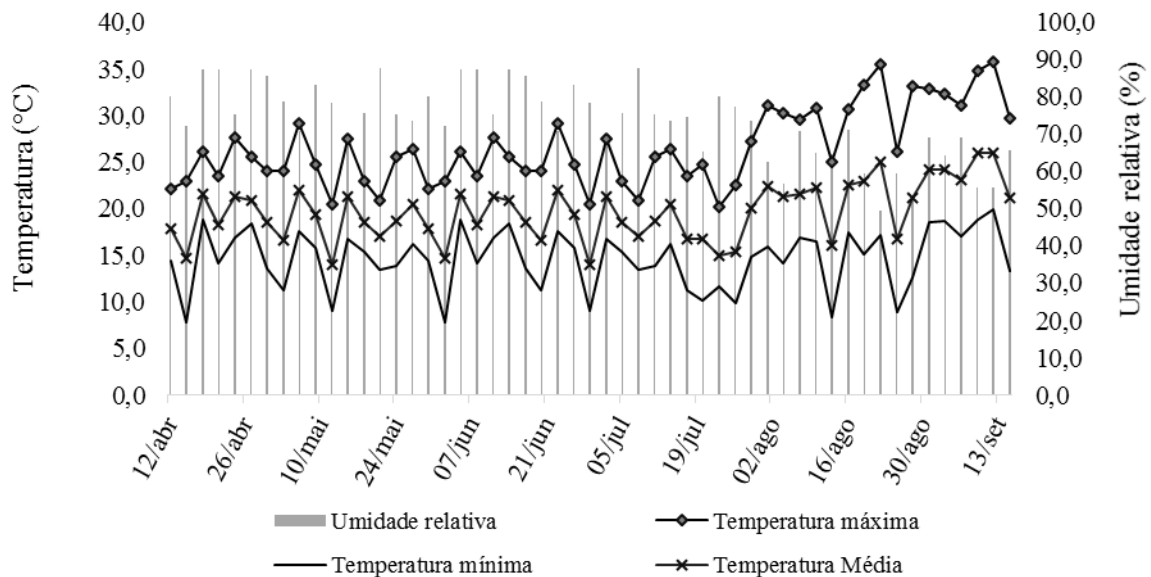


Figura 1. Temperatura máxima, média e mínima do ar e umidade relativa média do ar no ambiente de cultivo durante o período de condução do experimento.

Tabela 1. Número de cachos (NC), número total de frutos (NTF), número de frutos normais (NFN), número de frutos não comerciais (NFNC), número de frutos com podridão apical (NFPA), porcentagem de frutos não comerciais (%NC) e porcentagem de frutos com podridão apical (%PA) por planta, em função do número de hastes, do sistema utilizado para estabelecimento das hastes e da cultivar. Marechal Cândido Rondon, Unioeste, 2014.

NÚM. DE HASTES	NC	NTF	NFN	NFNC ²	NFPA ²	%NC ³	%PA ³
1	5,56 c	33,37 c	22,81 c	8,62 b	1,93 b	25,56 a	5,76 a
2	10,43 b	62,62 b	43,06 b	14,75 b	4,81 a	22,95 a	7,98 a
4	19,18 a	115,12 a	88,71 a	21,43 a	4,96 a	18,49 a	4,35 a
SISTEMA	NC	NTF	NFN	NFNC	NFPA	%NC	%PA
CHP	12,08 a	72,50 a	52,52 a	16,39 a	3,58 a	24,07 a	5,73 a
SHP	11,37 b	68,25 b	50,54 a	13,47 a	4,22 a	20,06 a	6,32 a
CULTIVAR	NC	NTF	NFN	NFNC	NFPA	%NC	%PA
Rubi	11,91 a	71,50 a	46,18 b	23,70 a	1,60 b	34,75 a	2,09 b
Caniles	11,54 a	69,25 a	56,87 a	6,16 b	6,20 a	9,92 b	9,97 a
CV (%)	7,64	7,64	14,99	23,80	27,40	27,17	51,21

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,5$); NÚM. DE HASTES – Número de hastes por planta, sendo “1” uma haste por planta, “2” duas hastes por planta e “4” quatro hastes por planta; SISTEMA – Sistema de estabelecimento das hastes na planta, sendo “CHP” com a haste principal e “SHP” sem a haste principal; ²Os dados originais foram transformados em $\sqrt{x} + 1$, sendo apresentados os valores originais; ³Os dados originais foram transformados em \sqrt{x} , sendo apresentados os valores originais.

Tabela 2. Número de frutos normais dos quatro primeiros cachos (NFNQC), massa de frutos normais dos quatro primeiros cachos (MFNQC), massa média dos frutos normais dos quatro primeiros cachos (MMFNQC) e produtividade dos quatro primeiros cachos (PRODQC) em função do número de hastes por planta, do sistema utilizado para estabelecimento das hastes e da cultivar. Marechal Cândido Rondon, Unioeste, 2014.

NÚM. DE HASTES	NFNQC	MFNQC (kg)	MMFNQC (g)	PRODQC (kg m ⁻²)
1	15,41 a	1,20 a	78,38 a	1,72 a
2	15,49 a	0,96 b	62,39 b	1,38 b
4	16,34 a	0,85 b	52,23 c	1,21 b
SISTEMA	NFNQC	MFNQC (kg)	MMFNQC (g)	PRODQC (kg m ⁻²)
CHP	15,39 a	1,01 a	65,69 a	1,44 a
SHP	16,00 a	1,00 a	62,98 a	1,44 a
CULTIVAR	NFNQC	MFNQC (kg)	MMFNQC (g)	PRODQC (kg m ⁻²)
Rubi	14,07 b	0,91 b	65,07 a	1,30 b
Caniles	17,36 a	1,10 a	63,59 a	1,57 a
CV (%)	17,25	20,04	10,22	20,04

*Médias seguida de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,5$); NÚM. DE HASTES – Número de hastes por planta, sendo “1” uma haste por planta, “2” duas hastes por planta e “4” quatro hastes por planta; SISTEMA – Sistema de estabelecimento das hastes na planta, sendo “CHP” com a haste principal e “SHP” sem a haste principal.

Tabela 3. Diâmetro transversal do fruto (DT), diâmetro longitudinal do fruto (DL), massa média dos frutos (MMF), massa total de frutos (MTF), massa de frutos normais (MFN), produtividade total dos frutos (PRODT), produtividade dos frutos normais (PRODN), produtividade dos frutos não comerciais (PRODNC) e produtividade dos frutos com podridão apical (PRODPA), em função do número de hastes, do sistema utilizado para estabelecimento das hastes e da cultivar. Marechal Cândido Rondon, Unioeste, 2014.

NÚM. DE HASTES	DT (mm)	DL (mm)	MMF (g)	MTF (g)	MFN (g)	PRODT (kg m ⁻²)	PRODN (kg m ⁻²)	PRODNC (kg m ⁻²)	PRODPA (kg m ⁻²)
1	52,17 a	49,28 a	76,23 a	1998,31 c	1719,68 c	2,82 c	2,45 c	0,28 a	0,11 b
2	48,43 b	47,57 a	60,91 b	3088,52 b	2628,64 b	4,41 b	3,75 b	0,39 a	0,26 a
4	44,88 c	43,60 b	43,33 c	4728,51 a	4186,32 a	6,75 a	5,98 a	0,43 a	0,26 a
SISTEMA	DT (mm)	DL (mm)	MMFN (g)	MTF (g)	MFN (g)	PRODT (kg m ⁻²)	PRODN (kg m ⁻²)	PRODNC (kg m ⁻²)	PRODPA (kg m ⁻²)
CHP	48,92 a	47,29 a	62,86 a	3428,18 a	3010,17 a	4,89 a	4,30 a	0,40 a	0,19 a
SHP	48,07 a	46,34 a	60,12 a	3115,38 b	2679,59 b	4,45 b	3,82 b	0,34 a	0,23 a
CULTIVAR	DT (mm)	DL (mm)	MMFN (g)	MTF (g)	MFN (g)	PRODT (kg m ⁻²)	PRODN (kg m ⁻²)	PRODNC (kg m ⁻²)	PRODPA (kg m ⁻²)
Rubi	50,40 a	43,90 b	61,79 a	3060,07 b	2563,75 b	4,37 b	3,65 b	0,57 a	0,08 b
Caniles	46,59 b	49,73 a	61,19 a	3483,49 a	3126,00 a	4,97 a	4,46 a	0,17 b	0,33 a
CV (%)	4,02	6,07	9,99	13,55	16,26	13,55	16,26	49,14	64,89

*Médias seguida de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,5$); NÚM. DE HASTES – Número de hastes por planta, sendo “1” uma haste por planta, “2” duas hastes por planta e “4” quatro hastes por planta; SISTEMA – Sistema de estabelecimento das hastes na planta, sendo “CHP” com a haste principal e “SHP” sem a haste principal.

Tabela 4. Potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) em função do número de hastes por planta, do sistema utilizado para estabelecimento das hastes e da cultivar. Marechal Cândido Rondon, Uniãoeste, 2014.

NÚM. DE HASTES	pH	SS (°Brix)	AT (% ac. Cítrico)	SS/AT
1	3,88 a	5,62 b	0,48 b	11,91 c
2	3,86 ab	6,68 a	0,48 b	14,03 a
4	3,83 b	6,92 a	0,53 a	13,99 b
SISTEMA	pH	SS (°Brix)	AT (% ac. Cítrico)	SS/AT
CHP	3,84 b	6,13 b	0,51 a	13,79 a
SHP	3,88 a	6,68 a	0,48 b	12,16 b
CULTIVAR	pH	SS (°Brix)	AT (% ac. Cítrico)	SS/AT
Rubi	3,83 b	5,93 b	0,50 a	12,03 b
Caniles	3,88 a	6,88 a	0,49 a	13,92 a
CV (%)	0,88	6,37	6,36	7,81

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,5$); NÚM. DE HASTES – Número de hastes por planta, sendo “1” uma haste por planta, “2” duas hastes por planta e “4” quatro hastes por planta; SISTEMA – Sistema de estabelecimento das hastes na planta, sendo “CHP” com a haste principal e “SHP” sem a haste principal.

ARTIGO II

**CURSO DIÁRIO DOS ÍNDICES DE TROCAS GASOSAS DE CULTIVARES DE
TOMATEIRO, EM DUAS POSIÇÕES NA PLANTA**

Curso diário dos índices de trocas gasosas de cultivares de tomateiro, em duas posições na planta

Resumo

O objetivo desse estudo foi avaliar o curso diário dos índices de trocas gasosas de duas cultivares de tomateiro, em folhas expostas à radiação solar proveniente do quadrante leste (período da manhã) ou do quadrante oeste (período da tarde). O experimento foi realizado utilizando o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 x 6, com quatro repetições. O primeiro fator foi composto de duas posições de avaliação na planta (Leste e Oeste), o segundo de duas cultivares de tomate (Caniles e Rubi) e por fim seis horários de avaliação ao longo do dia (8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00). Foi medida, com um analisador portátil as trocas gasosas por radiação infra-vermelha (“IRGA”, modelo Li-6400XT, LI-COR), a taxa de assimilação líquida de CO₂ (A), taxa de transpiração foliar (E), condutância estomática (g_s), concentração interna de CO₂ (C_i), temperatura foliar (°C) e déficit de pressão de vapor. Também foi calculada a eficiência no uso da água (WUE) (relação A/E), eficiência intrínseca no uso da água (WUE_i) (relação A/g_s) e a eficiência instantânea da carboxilação (A/C_i) (relação A/C_i). Os valores de taxa de assimilação líquida de CO₂, taxa de transpiração foliar, condutância estomática, temperatura foliar, eficiência no uso da água, eficiência intrínseca no uso da água e eficiência instantânea de carboxilação no quadrante leste são maiores que no quadrante oeste. A cultivar Caniles apresenta maior taxa de assimilação líquida de CO₂, taxa de transpiração foliar, temperatura foliar e eficiência instantânea de carboxilação sob condições de temperatura e luminosidade elevadas.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L., radiação solar, taxa de assimilação líquida de CO₂, taxa de transpiração foliar, condutância estomática.

Daily course of gas exchange indexes of tomato cultivars in two positions in the plant

Abstract

The objective of this study was to evaluate the daily course of gas exchange indexes of the tomato cultivars in leaves exposed to solar radiation from the east side (the mornings) or the west side (afternoon). The experiment was conducted using the experimental design of randomized blocks in a factorial 2 x 2 x 6, with four replications. The first factor was composed of two

evaluation positions in the plant (East and West), the second of two tomato cultivars (Caniles and Rubi) and finally six times evaluation throughout the day (8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 and 18:00). Was measured with a infra red gas analyzer ("IRGA" model Li-6400XT, LI-COR), the rate of net CO₂ assimilation (A), leaf transpiration (E), stomatal conductance (g_s), internal CO₂ concentration (C_i) and leaf temperature (°C). It was also calculated the water use efficiency (WUE) (A/E), intrinsic water use efficiency (WUE_i) (A/g_s) and the instantaneous efficiency of carboxylation (A/C_i). The values of CO₂ net assimilation, leaf transpiration, stomatal conductance, leaf temperature, water use efficiency, intrinsic water use efficiency and instantaneous carboxylation efficiency on the east side are larger than on the west side. The cultivar Caniles has a higher net assimilation rate of CO₂, leaf transpiration, leaf temperature and instantaneous carboxylation efficiency under conditions of high temperature and luminosity.

Key words: *Solanum lycopersicum* L., solar radiation, net assimilation rate of CO₂, leaf transpiration, stomatal conductance.

INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça cultivada em praticamente todos os continentes do mundo. No Brasil está presente praticamente em todas as regiões geográficas, sendo cultivada em épocas distintas, sob diferentes níveis de manejo. É a principal hortaliça, em volume, consumida *in natura* no mundo, sendo uma das principais fontes naturais de licopeno, além de ácidos (ácido acético, ácido láctico e ácido málico), vitamina C e traços de potássio, fósforo e ferro (Monteiro et al., 2008).

Nos últimos anos esforços consideráveis tem sido concentrados em estudar os efeitos das variáveis ambientais no crescimento e produção de diferentes culturas agrícolas. Modelos de crescimento e informações sobre os efeitos dos fatores ambientais exercem importante papel e devem ser aplicados para a tomada de decisões de produtores (Uzun, 2010).

O tomateiro é interessante do ponto de vista da pesquisa, visto que é um material considerado ideal para investigações genéticas, fisiológicas, celulares, bioquímicas e moleculares. A importância da cultura do tomateiro mostra a necessidade constante da compreensão dos efeitos da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e da radiação solar sobre a planta. Ao se

conhecer como estes fatores ambientais afetam a fisiologia da planta, pode-se traçar práticas de manejo para otimizá-los, bem como aumentar a produtividade (Kinet e Peet, 2002).

Por ser a fonte primária de energia, a luz é um dos mais importantes fatores ambientais para o crescimento de plantas. A absorção da radiação incidente pelas culturas depende do seu índice de área foliar, posição solar, geometria e tamanho da folha, ângulo de distribuição, idade, arranjo das plantas, época do ano e nebulosidade e ainda da característica genética da cultivar, das condições meteorológicas e de práticas de manejo da cultura (Radin et al., 2003).

A direção da radiação apresenta papel importante na distribuição da luz no dossel da cultura. Em alguns pontos da cultura, muitas folhas são sombreadas em algum período do dia (Li et al., 2014). A intensidade e qualidade da luz são essenciais para o crescimento, morfologia e outras respostas fisiológicas de plantas (Fan et al., 2013). A fim de se ajustar às várias condições de luz as plantas envolvem muitos mecanismos incluindo mudanças morfológicas e fisiológicas a nível foliar (Macedo et al., 2011).

Além da influência da luz nas trocas gasosas, as características genéticas do material de cultivo fazem com que plantas tenham diferentes respostas em função das características do ambiente. Segundo Matsuda et al. (2014), muitos pesquisadores relatam que o melhor desempenho produtivo de algumas cultivares é devido, principalmente, à sua maior taxa de assimilação de carbono.

Em função da exposição à radiação solar no período da manhã ou no período da tarde, genótipos de tomateiro podem apresentar índices de trocas gasosas distintos. O objetivo desse estudo foi avaliar o curso diário dos índices de trocas gasosas de duas cultivares de tomateiro, em folhas expostas à radiação solar proveniente do quadrante leste (período da manhã) ou do quadrante oeste (período da tarde).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Centro de Controle Biológico e Cultivo Protegido pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, no município de Marechal Cândido Rondon - PR. As coordenadas geográficas do local são 54° 22' W e 24° 46' S e altitude média de 420 m.

A cultura foi instalada sob estrutura de ferro galvanizado com teto em forma de arco, de dimensões 7 x 30 m e 3,5 m de pé direito. O teto foi coberto com filme plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) e anti-UV, de 150 μ de espessura. As laterais foram fechadas com tela branca de 40% de sombreamento. A estufa encontrava-se na direção norte-sul, com um desvio de 13 graus para noroeste.

O experimento foi realizado utilizando o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 x 6, com quatro repetições. O primeiro fator foi composto de duas posições de avaliação na planta (folhas localizadas no quadrante Leste e folhas localizadas no quadrante Oeste), o segundo de duas cultivares de tomate (Caniles e Rubi) e por fim seis horários de avaliação ao longo do dia (8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00 h).

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo substrato comercial. O transplântio foi realizado quando estas apresentavam duas folhas definitivas, sendo transplantada uma muda por vaso. A cultura foi instalada em vasos de 12 dm³ preenchidos com substrato formulado a partir de substrato comercial para hortaliças e húmus de minhoca na proporção 1:1. Os vasos foram dispostos no espaçamento de 0,50 m entre plantas e 1,40 m entre linhas.

As plantas foram conduzidas verticalmente, em haste única, com uso de fitilhos plásticos até a altura de 1,90 m do vaso, quando se realizou a poda da gema apical. A retirada de brotações laterais foi realizada logo após a emissão destas, para evitar a abertura de ferimentos na planta.

A irrigação foi realizada via gotejamento, utilizando fita flexível com vazão de 1,6 L h⁻¹ e emissores espaçados em 0,50 m. A quantidade de água demandada foi estimada através de tensiômetros do modelo WATERMETER WS-76 (P*). No dia da avaliação de trocas gasosas, foram realizadas irrigações uma hora antes de cada avaliação, de forma a evitar que ocorresse déficit hídrico durante a avaliação.

No interior da estufa foi instalado um datalogger da marca HOMIS modelo 494, programado para registrar os dados a cada hora cheia do dia, que foi alocado em abrigo meteorológico posicionado a uma altura de 1,20 m do solo.

A determinação dos índices de trocas gasosas foi realizada 84 dias após o transplântio, no dia 04/07/2014, quando as plantas haviam emitido o sexto cacho floral. As avaliações foram realizadas na quarta folha totalmente expandida a partir do ápice da planta. As medidas de trocas gasosas foram realizadas utilizando-se um analisador portátil de trocas gasosas por radiação

infra-vermelha (“Infra Red Gas Analyser - IRGA”, modelo Li-6400XT, LI-COR). Foi medida a taxa de assimilação líquida de CO₂ (A) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), taxa de taxa de transpiração foliar (E) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s) ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO₂ (C_i) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), temperatura foliar ($^{\circ}\text{C}$) e déficit de pressão de vapor (KPa). Também foi calculada a eficiência no uso de água (WUE), através da relação A/E ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$), eficiência intrínseca no uso da água (WUE_i) através da relação A/g_s ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}_1$) e a eficiência instantânea da carboxilação (A/C_i), através da relação A/C_i ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (Machado et al., 2005; Melo et al., 2009). As medidas foram realizadas à temperatura ambiente, utilizando câmara transparente de 6 cm². A radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foi mensurada através de sensor localizado ao lado da câmara de medição das trocas gasosas do “IRGA”.

Após tabulados, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Para isso foi avaliado o efeito das cultivares dentro de cada uma das posições da planta e posteriormente das posições da planta dentro de cada cultivar. O teste F foi conclusivo na comparação das médias dos efeitos de cultivares e de posições de avaliação. Foi utilizado o programa estatístico SISVAR 5.3 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de avaliação das taxas de trocas gasosas a temperatura mínima e máxima registradas foram de 17,5 $^{\circ}\text{C}$ (às 7:00 h) e 30,1 $^{\circ}\text{C}$ (às 13:00 h), respectivamente (Figura 1). Esses valores de temperatura estão próximos dos limites aceitáveis para um adequado desempenho fisiológico da cultura do tomateiro. De acordo com Alvarenga (2004), a temperatura ideal para a cultura do tomateiro é superior a 10 $^{\circ}\text{C}$ e inferior a 35 $^{\circ}\text{C}$.

A umidade relativa do ar durante o período de avaliação também ficou situada dentro de uma faixa adequada para a cultura do tomateiro. Foram observadas umidade relativa do ar máxima e mínima de 82% (às 8:00) e 54,4% (às 16:00) (Figura 1). De acordo com Lopes e Stripari (1998) esses valores são adequados para a cultura do tomateiro, a qual necessita valores de umidade relativa do ar variando de 50 a 70%.

A radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foi de 74 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ no quadrante leste e 70,62 no quadrante oeste às 8:00. As máximas PAR foram de 763,64 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e 681,50 μmol

$\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ no quadrante leste e no quadrante oeste, respectivamente, registradas às 12:00. Após as 12:00, a radiação PAR voltou a diminuir, atingindo um mínimo de $16,52 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ no quadrante leste e $20,47 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ no quadrante oeste, às 18:00.

A taxa de assimilação líquida de CO_2 observada nas folhas voltadas ao quadrante leste não apresentou diferença significativa entre as cultivares em nenhum horário de avaliação (Figura 3.A). A máxima taxa de assimilação líquida de CO_2 , para as duas cultivares, foi verificada às 10:00. Nesse horário a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foi de $666 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, próxima ao máximo, que foi registrado às 12:00 ($763 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) (Figura 2). Apesar da PAR máxima ter sido registrada às 12:00, não foi nesse horário que foi registrada maior taxa de assimilação líquida de CO_2 . Isso ocorreu provavelmente devido à temperatura estar mais elevada nesse momento do dia do que às 10:00 ($24,2^\circ\text{C}$ às 10:00 h e $29,4^\circ\text{C}$ às 12:00). Berry e Bjorkman (1980) relatam que os danos devido a elevadas temperaturas são decorrentes da inativação das reações na membrana dos tilacóides, devido à maior fluidez dos lipídeos na membrana e das enzimas envolvidas no metabolismo da fotossíntese.

Quando os tecidos são submetidos a temperaturas próximas à temperatura limite, ocorre a perda de atividade enzimática e as funções das membranas fotossintéticas são alteradas. Já em temperaturas superiores à temperatura limite, ocorre a perda de integridade celular (Berry e Bjorkman, 1980). Segundo Wang et al. (2015), os processos fisiológicos são diretamente influenciados pela temperatura. Segundo esses autores, o estresse por calor inibe a fotossíntese devido à redução na ativação da Rubisco.

Nas folhas localizadas no quadrante oeste do cultivo os padrões de comportamento da taxa de assimilação líquida de CO_2 foram semelhantes entre as duas cultivares (Figura 3.B). No período da manhã, momento em que as folhas não recebiam radiação solar direta nesse lado da planta, a taxa de assimilação líquida de CO_2 manteve-se baixa. Pode-se observar que às 12:00, quando este lado da planta passou a receber radiação PAR (Figura 2), foi registrada a máxima taxa de assimilação líquida de CO_2 . Nesse horário a cultivar Caniles apresentou uma taxa de assimilação líquida superior à cultivar Rubi, com $19,21 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ contra $11,4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ da cultivar Rubi.

Pode-se verificar que sob elevada radiação PAR e temperaturas altas, a cultivar Caniles consegue realizar uma adequada assimilação líquida de CO_2 , enquanto a cultivar Rubi apresenta uma taxa de assimilação líquida de CO_2 reduzida. Essa diferença entre as cultivares pode ser

devida à melhor adaptação da cultivar Caniles às condições de elevada luminosidade, mas principalmente, a temperaturas mais altas. Segundo Kinet e Peet (2002), as cultivares de tomate sensíveis ao estresse térmico apresentaram taxas fotossintéticas mais baixas em altas temperaturas do que as cultivares mais resistentes.

De acordo com Taiz e Zeiger (2013), a luz é um recurso crítico para as plantas que, se recebida em escassez ou em demasia, pode limitar o crescimento e a reprodução. A resposta à luz da maioria das folhas satura entre 500 a 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

A taxa de assimilação líquida de CO_2 para a cultivar Rubi foi máxima às 10:00 no quadrante leste (Figura 3.C). Nesse horário verifica-se uma taxa de assimilação líquida de CO_2 de 18,95 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, superior aos 4,12 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ verificados no quadrante oeste, onde não incidia radiação solar direta nesse horário.

Considerando que a radiação solar é distribuída de forma uniforme ao longo de um dia, ou seja, há a mesma incidência de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) no período da manhã e no período da tarde, a redução na taxa de assimilação líquida de CO_2 nas folhas voltadas a oeste, expostas à radiação solar no período da tarde, não é devida à menor radiação PAR, mas sim a fatores ambientais, como temperaturas elevadas e umidade relativa do ar baixa. Pode-se verificar o efeito do ângulo zenital sobre a radiação PAR na Figura 2. Às 10:00, no quadrante leste, foi obtida PAR de 636 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ enquanto no quadrante oeste, às 14:00, a radiação PAR foi de 598 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Para os índices de trocas gasosas, a radiação PAR é determinante, mas os outros elementos do clima limitam a fotossíntese, devido aos efeitos na condutância estomática (g_s) e também aos efeitos no próprio aparato fotossintético. Em temperaturas mais elevadas a relação $\text{CO}_2:\text{O}_2$ diminui, pois os gases tendem a se desprender e escapar do mesófilo. Essa diminuição na relação favorece a atividade oxigenase da rubisco, aumentando a fotorrespiração. Outro efeito da temperatura ocorre nas membranas, através da redução no transporte eletrônico.

A taxa de transpiração foliar (E) nas folhas voltadas ao quadrante leste atingiu valor máximo às 12:00 para a cultivar Caniles e às 14:00 para a cultivar Rubi (Figura 4.A). Às 10:00 e 12:00 foi verificada maior taxa de transpiração foliar para a cultivar Rubi do que para a cultivar Caniles.

Nas folhas voltadas ao quadrante oeste de cultivo, no período do nascer do sol até as 10:00, ambas cultivares tiveram taxa de transpiração foliar semelhante (Figura 4.B). Às 12:00 e

às 14:00 a cultivar Caniles apresentou maior taxa de transpiração foliar do que a cultivar Rubi. Assim como no quadrante leste, no quadrante oeste a cultivar Rubi apresentou menor taxa de transpiração foliar no período mais quente do dia. Segundo Castro et al. (2009), alguns genótipos, adaptados a condições de maior luminosidade, apresentam maior densidade estomática e estômatos menores, permitindo que os estômatos se tornem mais eficientes na captação de CO₂ com menor perda de água por transpiração.

Observa-se que os maiores valores de taxa de transpiração foliar foram obtidos entre as 10:00 e às 14:00. Essa transpiração elevada nesse período se justifica pelo fato de serem registradas nesse período as maiores temperaturas e menores umidades relativas do ar (Figura 2). Segundo Ferraz et al. (2012), as variações na transpiração nas horas mais quentes do dia são reflexo da alta demanda evaporativa da atmosfera.

O déficit de pressão de vapor no quadrante leste foi máximo às 12:00 para a cultivar Caniles e às 14:00 para a cultivar Rubi (Figura 5.A). No quadrante Oeste o mesmo efeito foi verificado, porém nessa posição, às 12:00, foi verificado maior déficit de pressão de vapor para a cultivar Caniles do que para a cultivar Rubi. Com relação às cultivares, foi verificado maior déficit de pressão de vapor para a cultivar Rubi, no lado Leste às 10:00 e às 12:00. Para a cultivar Caniles, as folhas localizadas no quadrante Leste apresentaram maior déficit de pressão de vapor do que as folhas localizadas no quadrante Oeste, às 10:00.

Ao observar a taxa de transpiração foliar em cada cultivar, verificamos que a cultivar Rubi apresenta maior transpiração no quadrante leste do que no quadrante oeste, às 10:00, 12:00 e 14:00. A cultivar Caniles possui maior taxa de transpiração foliar no quadrante leste às 10:00 e no quadrante oeste às 12:00 e 16:00. Esse comportamento das cultivares com relação à posição da folha na planta provavelmente é devido à diferenças morfológicas das folhas desses genótipos. Segundo Castro et al. (2009), as folhas, quando submetidas a um maior nível de radiação, geralmente são mais espessas que folhas submetidas à menor radiação.

Pode-se considerar ainda que folhas expostas à radiação solar no quadrante leste, tem seu crescimento e desenvolvimento sob luminosidade elevada, temperaturas amenas e umidade relativa do ar alta, enquanto folhas voltadas à Oeste têm assimilação de CO₂ sob temperatura elevada e umidade relativa baixa. Dessa forma, espera-se que folhas submetidas a condições edafoclimáticas diferentes, possuam características morfológicas distintas. Taiz e Zeiger (2013)

afirmam que algumas espécies vegetais tem plasticidade suficiente para responder a uma gama de regimes de luz.

De forma geral, o comportamento da variável taxa de transpiração foliar foi semelhante à variável taxa de assimilação líquida de CO₂. De acordo com Batista (2011), os processos de fotossíntese e transpiração estão intimamente relacionados entre si através dos estômatos, pois ao mesmo tempo em que os estômatos oferecem resistência à difusão da água dentro da folha para a atmosfera, constituem-se de uma barreira para a aquisição de CO₂.

A condutância estomática apresentou um comportamento semelhante à taxa de assimilação líquida de CO₂ e à taxa de transpiração foliar, com valores máximos situados entre 10:00 e 14:00. Esse comportamento era esperado, tendo em vista que a abertura estomática está atrelada à difusão do CO₂ utilizado na assimilação líquida e à perda de água por transpiração. Segundo Costa e Marengo (2007), a queda na condutância estomática parece ser a causa mais provável da redução da fotossíntese. Machado et al. (2002) relataram que a condutância estomática em plantas de laranjeira apresentou padrões similares ao da fotossíntese, sugerindo que a queda da taxa de fotossíntese esteja relacionada com o fechamento parcial dos estômatos.

A condutância estomática (g_s) apresentou maiores médias às 12:00 no quadrante leste (Figura 6.A). Após às 12:00 a condutância estomática diminuiu, até a última mensuração, às 18:00. No quadrante oeste, assim como no quadrante leste, a condutância estomática apresentou maiores valores às 12:00, decaindo em seguida (Figura 6.B). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Batista (2011), que verificou máxima condutância estomática às 12:00 para o tomate híbrido SM-16. De acordo com este autor, a queda na condutância observada a partir do meio dia deve estar relacionada à ocorrência da máxima radiação solar assim como a elevada temperatura foliar registrada entre as 12:00 e 14:00 horas.

Segundo Yordanov et al. (2003), nas horas mais quentes do dia ocorre a diminuição na condutância estomática devido à alta taxa transpiratória registrada nesses períodos. Porém, no presente experimento não foi verificado esse efeito de diminuição da condutância estomática nas horas mais quentes do dia. De acordo com Costa e Marengo (2007), a queda na condutância estomática pode ser atribuída ao aumento do déficit de pressão de vapor, à diminuição do potencial hídrico da folha ou ao efeito combinado de ambos fatores. Considerando que a irrigação no experimento foi realizada em vários turnos, a demanda evapotranspiratória foi suprida de forma adequada ao longo do dia. Sendo assim, o potencial hídrico nas folhas não atingiu valores

críticos para induzir o fechamento estomático. Segundo Costa e Marengo (2007) os maiores valores de condutância estomática ocorrem quando a radiação solar é máxima e o potencial hídrico da folha ainda não atingiu valores mínimos passíveis de induzir o fechamento estomático.

A condutância estomática é simultaneamente afetada por diversos fatores ambientais, e por isso, os esforços para correlacioná-la com as variáveis de um determinado ambiente, com dados de campo, nem sempre têm resultado em sucesso. A condutância estomática de folhas iluminadas depende da temperatura do ar, do déficit de pressão do vapor d'água (DPV), da concentração de CO₂ e do potencial da água no solo (Silva et al., 1998).

Tanto a fotossíntese como a condutância estomática são parâmetros da planta que respondem simultaneamente a um conjunto de fatores que interagem de forma coordenada, mas altamente complexa. Enquanto, a baixa concentração de CO₂ e a alta irradiância estimulam diretamente a abertura dos estômatos, a baixa umidade e a transpiração excessiva causam diminuição no potencial hídrico foliar, o que pode levar ao fechamento dos estômatos (Costa e Marrenco, 2007).

Este fechamento estomático permite evitar a desidratação da planta e fenômenos de cavitação, os quais poderiam comprometer a sobrevivência das plantas. A diminuição do CO₂ intracelular, após o fechamento estomático, e a conseqüente baixa eficiência do uso da luz podem induzir, a longo prazo, uma regulação da maquinaria fotossintética, no sentido de se adequar ao carbono disponível (Chaves et al., 2004).

A cultivar Rubi apresentou maior condutância estomática no quadrante leste do que no quadrante oeste às 10:00 (Figura 6.C). A cultivar Caniles também apresentou maior condutância estomática no quadrante leste às 10:00. Essa maior condutância é devida aos estímulos realizados pela luz para abertura estomática. Levando em consideração que às 10:00 a temperatura e a umidade relativa do ar ainda se encontravam adequadas para um bom funcionamento da maquinaria fotossintética da planta, pode-se inferir que nesse horário a abertura estomática é devida principalmente aos estímulos realizados pela luz.

A concentração interna de CO₂ (*C_i*) apresentou maiores médias no início da manhã (8:00) e no final da tarde (18:00), tanto para o quadrante leste (Figura 7.A) quanto para o quadrante oeste (Figura 7.B). No quadrante leste, a menor concentração de CO₂ foi verificada às 10:00 da manhã, quando a taxa de assimilação líquida de CO₂ foi a mais elevada. O mesmo evento foi observado às 12:00 no quadrante oeste, onde foi obtida, nesse horário, a maior taxa de

assimilação líquida de CO₂. Com relação às cultivares, foi observado o mesmo comportamento, com as máximas concentrações internas de CO₂ ocorrendo no início da manhã (8:00) e no final da tarde (18:00), e as mínimas entre 10:00 e 14:00 (Figuras 7.C e 7.D).

Pode-se verificar uma relação inversa entre a taxa de assimilação líquida de CO₂ e a concentração interna de CO₂. Enquanto às 10:00, no quadrante leste, foi verificada a maior assimilação de CO₂, também foi registrada a menor concentração interna de CO₂. Esse resultado é contrário ao obtido por Ferraz et al. (2012), que dizem que a maior concentração de CO₂ observada no horário entre 10:00 e 11:00 está atrelada ao aumento na taxa de assimilação líquida de CO₂ na cultura do feijoeiro. Porém, deve-se considerar que no presente experimento, foram realizadas irrigações ao longo de todo o dia, e não apenas uma irrigação. Sendo assim, não houve aumento no déficit de pressão de vapor nas horas mais quentes do dia. Dessa forma, não ocorreu o fechamento estomático nas horas mais quentes do dia, conforme verificado na Figura 6.A e 6.B. Com o não fechamento dos estômatos, não houve acúmulo de CO₂ no mesófilo, sendo todo o CO₂ disponível metabolizado pelas altas taxas de assimilação líquida verificadas às 10:00.

A temperatura foliar (T_{leaf}) no quadrante leste foi maior para a cultivar Caniles do que para a cultivar Rubi, às 8:00, 10:00 e às 12:00 (Figura 8.A). Nos demais horários não houve diferença entre as cultivares para a temperatura foliar. A máxima temperatura foliar no quadrante leste foi observada às 14:00 para as duas cultivares. No quadrante oeste a temperatura foliar da cultivar Caniles foi superior à temperatura foliar da cultivar Rubi às 10:00, 12:00 e 14:00 (Figura 8.B). A máxima temperatura foliar para a cultivar Caniles foi registrada às 12:00 e para a cultivar Rubi às 14:00.

Pode-se verificar que, de forma geral, a temperatura foliar da cultivar Caniles foi superior à temperatura foliar da cultivar Rubi ao longo do dia, independente da posição da folha (Figuras 8.A e 8.B). Ao avaliar a temperatura das folhas localizadas no quadrante oeste às 12:00 e comparar com a temperatura do ambiente, pode-se verificar maior eficiência da cultivar Rubi em diminuir a temperatura foliar quando a temperatura do ambiente encontra-se elevada. Enquanto no ambiente foi registrada temperatura de 29,4°C às 12:00, a temperatura foliar da cultivar Caniles foi de 33°C e da Cultivar Rubi 27°C, ou seja, 3,6°C a mais na temperatura foliar da cultivar Caniles do que no ambiente, enquanto na cultivar Rubi foi 2,4°C a menos.

De acordo com Taiz e Ziger (2013) a maioria das plantas com suprimento adequado de água consegue manter a temperatura foliar abaixo de 45°C por meio do esfriamento evaporativo,

mesmo em ambientes com temperatura elevada, mantendo as folhas relativamente frias sob condições de luz solar plena.

A manutenção da temperatura foliar igual ou ligeiramente inferior à temperatura do ar comprova a capacidade de refrigeração das diversas cultivares ou espécies, via transpiração, no intuito de manter a planta protegida das faixas térmicas muito elevadas (Oliveira et al. 2005). Entretanto, temperaturas foliares elevadas combinadas com esfriamento evaporativo mínimo causam estresse pelo calor. As temperaturas foliares podem subir 4 a 5°C acima da temperatura do ar do ambiente sob a luz solar em torno do meio dia, quando o déficit de água no solo provoca o fechamento parcial dos estômatos, ou quando a umidade relativa alta reduz o gradiente que governa o esfriamento evaporativo.

A temperatura afeta todas as reações bioquímicas da fotossíntese, bem como a integridade das membranas em cloroplastos, não surpreendendo que as respostas à temperatura sejam complexas. Em concentrações normais de CO₂ no ambiente, a fotossíntese é limitada pela atividade da rubisco. Segundo Laisk et al. (1998), o decréscimo na taxa de assimilação líquida de CO₂ com o aumento da temperatura foliar é causado pelo rápido aumento da respiração e fotorrespiração, devido à maior atividade oxigenase da rubisco.

Ao avaliar a posição de avaliação dentro de cada cultivar de tomate, verifica-se que, para a cultivar Rubi, às 10:00, 12:00 e 14:00, foi registrada maior temperatura foliar nas folhas localizadas no quadrante leste, do que no quadrante oeste (Figura 8.C). Considerando que às 14:00 há maior incidência de radiação PAR no quadrante oeste (Figura 2), esperava-se obter nessa posição a maior temperatura foliar. Porém, a maior temperatura foliar às 14:00 foi registrada no quadrante leste. Dessa forma, pode-se inferir que há influência da morfologia foliar da planta na capacidade de dissipar calor. Essa diferença na morfologia foliar em função da exposição à radiação solar no período da manhã ou no período da tarde ainda não é esclarecida. Segundo Givnish (1978), muitas características no formato da planta, fisiologia e partição de assimilados variam com o nível de irradiância ao qual as plantas são aclimatadas ou ecologicamente restritas.

Para a cultivar Caniles o mesmo efeito da posição da folha foi obtido, sendo registrada, às 14:00, a temperatura mais elevada no quadrante leste (menos exposto à radiação solar) (Figura 8.D). Independente da cultivar, verifica-se que às 8:00 as folhas localizadas no quadrante oeste apresentam maior temperatura foliar do que as folhas localizadas no quadrante leste.

A eficiência no uso da água (*WUE*), no quadrante leste, foi maior para a cultivar Rubi do que para a cultivar Caniles, às 12:00 (Figura 9.A). Nos demais horários de avaliação não foi verificada diferença entre as cultivares. A máxima eficiência no uso da água foi obtida às 10:00 para a cultivar Caniles e às 12:00 para a cultivar Rubi. Essa máxima eficiência registrada em horários distintos indica, mais uma vez, desempenho distinto das cultivares sob condição de maior luminosidade e temperatura elevada.

Segundo Dalstra et al. (2014), a característica genética da planta influencia diretamente seu metabolismo, de tal forma que, em condições ambientais semelhantes, alguns genótipos conseguem realizar uma quantidade satisfatória de fotossíntese, com uma menor abertura estomática e conseqüente menor concentração interna de CO₂ nos espaços intercelulares e menor perda de água por transpiração. Diferenças genotípicas na resposta dos estômatos ao déficit hídrico, são mencionadas para várias espécies e podem ser usadas na seleção de genótipos com maior eficiência no uso da água. De modo geral, sob estresse, as plantas adotam um mecanismo conservativo, reduzindo a condutância estomática e a transpiração e aumentando a eficiência no uso da água (Ferraz et al., 2012).

Ao avaliar a posição de avaliação dentro de cada cultivar, verifica-se que para a cultivar Rubi houve maior eficiência no uso da água no quadrante leste às 8:00, 10:00 e 12:00 (Figura 9.C). Às 14:00 foi verificada maior eficiência no uso da água no quadrante oeste. Independente da posição de avaliação, a máxima eficiência no uso da água foi registrada às 12:00 para a cultivar Rubi.

Para a cultivar Caniles, foi verificada maior eficiência no uso da água no quadrante leste, às 10:00 (Figura 9.D). Nos demais horários não foi verificada diferença entre as posições da planta. A máxima eficiência no uso da água para esta cultivar foi obtida às 10:00 no quadrante leste e às 12:00 no quadrante oeste. Os horários em que foi registrada a maior eficiência no uso da água coincidem com os horários em que foi registrada a maior taxa de assimilação líquida de CO₂. Isso demonstra que o aumento na taxa de assimilação líquida de CO₂ é mais decisivo em aumentar a eficiência no uso da água do que a diminuição da taxa de transpiração foliar.

Não foi verificada diferença entre as cultivares para a eficiência intrínseca no uso da água (*WUEi*) no quadrante leste, ao longo do dia (Figura 10.A). A máxima eficiência intrínseca no uso da água foi observada às 10:00 para as duas cultivares testadas. No quadrante oeste também não

foi verificada diferença entre as cultivares ao longo do dia. Porém, nesse lado da planta, a máxima eficiência no uso da água foi verificada às 18:00 (Figura 10.B).

Dentro da cultivar Rubi, foi verificada maior eficiência intrínseca no uso da água no quadrante leste, às 10:00 (Figura 10.C). Nos demais horários não foi verificada diferença entre as cultivares. Para a cultivar Caniles foi observado o mesmo comportamento, ou seja, às 10:00 foi verificada maior eficiência intrínseca no uso da água no quadrante leste (Figura 10.D).

A eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) máxima para as duas cultivares foi observada às 10:00 no quadrante leste, decrescendo em seguida, até as 18:00 (Figura 10.A). Segundo Machado et al. (2005) o aumento na eficiência instantânea de carboxilação é devido a um aumento na radiação fotossinteticamente ativa (PAR), possivelmente em decorrência do aumento da produção de ATP e NADPH necessários na fixação de CO_2 no ciclo de Calvin.

Ao observar a Figura 3.A, verificamos que às 12:00 a cultivar Caniles apresenta maior taxa de assimilação líquida de CO_2 do que a cultivar Rubi. Nesse horário também, a concentração interna de CO_2 para esta cultivar é menor, perfazendo uma maior eficiência instantânea de carboxilação. Essa maior eficiência indica que a cultivar Caniles é capaz de realizar altas taxas de assimilação de CO_2 , mesmo com baixas concentrações de CO_2 no mesófilo foliar.

No quadrante oeste, a máxima eficiência instantânea de carboxilação foi verificada às 12:00 para as duas cultivares. Nesse horário a cultivar Caniles apresentou maior eficiência instantânea de carboxilação do que a cultivar Rubi (Figura 11.B). Ferraz et al. (2012) encontraram maior eficiência de carboxilação entre às 10:00 e 11:00 para a cultura do feijoeiro. De acordo com Machado et al. (2005), são obtidos valores mais expressivos de eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) sob temperaturas mais elevadas.

Foi verificada eficiência instantânea de carboxilação para a cultivar Rubi maior no quadrante leste do que no quadrante oeste, na avaliação realizada às 10:00 (Figura 11.C). Nas demais avaliações não foi verificada diferença entre as posições da folha. O mesmo comportamento foi verificado para a cultivar Caniles, sendo verificada maior eficiência instantânea de carboxilação no quadrante leste do que no quadrante oeste, às 10:00 (Figura 11.D). A máxima eficiência instantânea de carboxilação foi verificada às 10:00 no quadrante leste e às 12:00 no quadrante oeste, para ambas cultivares.

Pode-se verificar a relação direta da eficiência instantânea de carboxilação com a radiação solar. Às 10:00, enquanto não incidia radiação solar direta sobre as folhas localizadas no

quadrante oeste, a eficiência instantânea de carboxilação permaneceu inalterada. Somente a partir das 12:00, quando o quadrante oeste passou a receber radiação solar, é que a eficiência instantânea de carboxilação aumentou. Já no quadrante leste, como a radiação solar direta incidiu desde o início do dia, a eficiência instantânea de carboxilação máxima foi observada às 10:00.

CONCLUSÃO

As folhas de tomateiro expostas à radiação solar no período da manhã (quadrante leste), contribuem mais para a produção de fotoassimilados para a planta, quando comparadas às folhas expostas à radiação no período da tarde (quadrante oeste).

A cultivar Caniles apresenta maior taxa de assimilação líquida de CO₂, taxa de transpiração foliar, temperatura foliar e eficiência instantânea de carboxilação sob condições de temperatura e luminosidade elevadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M.A.R. Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 400p.
- BATISTA, T.M.V. Fotossíntese e condutância estomática de tomate SM-16 e Mariana cultivados com diferentes tipos de cobertura do solo. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 170p (Dissertação mestrado), 2011.
- BERRY, J.; BJORKMAN, O. Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology*, v.31, p.491-543, 1980.
- CASTRO, E.M. DE.; PEREIRA, F.J.; PAIVA, R. Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos. Lavras: UFLA, 2009. 234p.
- CHAVES, S.W.P. MEDEIROS, J.F.; NEGREIROS, M.Z.; SILVA, A.K.M.; FREITAS, K.K.C. Rendimento de alface em função da cobertura do solo e frequência de irrigação. *Caatinga*, Mossoró, RN, v. 17, n. 1, p. 25-31, 2004.
- COSTA, G.F. DA; MARENCO, R.A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba. *Acta Amazônica*, v.37, p.229-234, 2007.
- DALASTRA, G.M.; ECHER, M.M.; GUIMARÃES, V.F.; HACHMANN, T.L.; INAGAKI, A.M. Trocas gasosas e produtividade de três cultivares de meloeiro conduzidas com um e dois frutos por planta. *Bragantia*, v.73, n.4, p.365-371, 2014.
- FAN, X.X.; XU, Z.G.; LIU, X.Y.; TANG, C.M.; WANG, L.W.; HAN, X.L. Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. *Scientia Horticulturae*, v.153, p.50-55, 2013.
- FERRAZ, R.L. DE S.; MELO, A.S. DE.; SUASSUNA, J.F.; BRITO, M.E.B. DE; FERNANDES, P.D.; NUNES JUNIOR, E. DA S. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. *Pesquisa agropecuária tropical*, v.42, n.2, p.181-188, 2012.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- GIVINISH, T.J., 1988. Adaptations to sun and shade: a whole plant perspective. *Australian Journal of Plant Physiology*, v.15, p.63-92.

- KINET, J.M.; PEET, M.M. Tomato. In: WIEN, H.C. (Ed.). The physiology of vegetable crops. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. p.207-258.
- LAISK, A.; RASULOV, B.H.; LORETO, F. Thermoinhibition of photosynthesis as analyzed by gas exchange and chlorophyll fluorescence. *Russian Journal of Plant Physiology*, v.45, n.4, p.412-421, 1998.
- LI, T.; HEUVELINK, E.; DUECK, T.A.; JANSE, J.; GORT, G. MARCELIS, L.F.M. Enhancement of crop photosynthesis by diffuse light: quantifying the contributing factors. *Annals of Botany*, v.114, p.145-156, 2014
- LOPES, M.C.; STRIPARI, P.C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais. São Paulo: Fundação Editora UNESP, 1998. p.257-304
- MACEDO, A.F.; MARCOS, V.L. TAVARES, E.S.; LAGE, C.L.S.; ESQUIBEL, M.A. The effect of light quality on leaf production and development of in vitro-cultured plants of *Alternanthera brasiliana* Kuntze. *Journal of environmental and experimental botany*, v.70, p.43-50, 2011.
- MACHADO, E.C.; SCHMIDT, P.T.; MEDINA, C.L.; RIBEIRO, R.V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.12, p.1161-1170, 2005.
- MACHADO, E.C.; MEDINA, C.L.; GOMES, M.M.A.; HABERMANN, G. Variação sazonal da fotossíntese, condutância estomática e potencial da água na folha de laranjeira 'Valência'. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, p.53-58, 2002.
- MATSUDA, R.; OZAWA, N.; FUJIWARA, K. Leaf photosynthesis, plant growth, and carbohydrate accumulation of tomato under diferente photoperiods and diurnal temperature differences. *Scientia Horticulturae*. v.170, p.150-158, 2014
- MELO, A.S.; SILVA JÚNIOR C.D. DA; FERNANDES, P.D.; SOBRAL, L.F.; BRITO, M.E.B.; DANTAS, J.D.M. Alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação. *Ciência Rural*, v.39, n.3, p.733-741, 2009.

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

OLIVEIRA, A.D. DE; FERNANDES, E.J.; RODRIGUES, T. DE J.D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. *Engenharia Agrícola*, v.25, n.1, p.86-95, 2005

RADIN, B.; BERGAMASCHI, H.; REISSER JUNIOR, C.; BARNI, N.A.; MATZENAUER, R.; DIDONÉ, I.A. Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n.9, p.1017-1023, 2003.

SILVA, L.C.; FIDELES FILHO, J.; BELTRÃO, E.M.; RAMANA RAO, T.V. Variação diurna da resistência estomática à difusão de vapor de água em amendoim irrigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.3, p.269-76, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fotossíntese: considerações fisiológicas e ecológicas. In *Fisiologia vegetal* (L. Taiz, E. Zeiger, eds.). Trad. Santarém, E.R. et al. Artmed, Porto Alegre, 2013. p.309-334

UZUN, S. Effect of light and temperature on the phenology and maturation of the fruit of eggplant (*Solanum melongena*) grown in greenhouses. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, v.35, n.1, p. 51-59, 2010.

WANG, X.; DINLER, B.S.; VIGNEJEIC, M.; JACOBSEN, S.; WOLLENWEBER, B. Physiological and proteome studies of responses to heat stress during grain filling in contrasting wheat cultivares. *Plant Science*, v.230, p.33-50, 2015.

YORDANOV, I.; VELIKOVA, V.; TSONEV, T. Plant responses to drought and stress tolerance. *Bulgarian Journal of Plant Physiology (Special Issue)*, p.187-206, 2003.

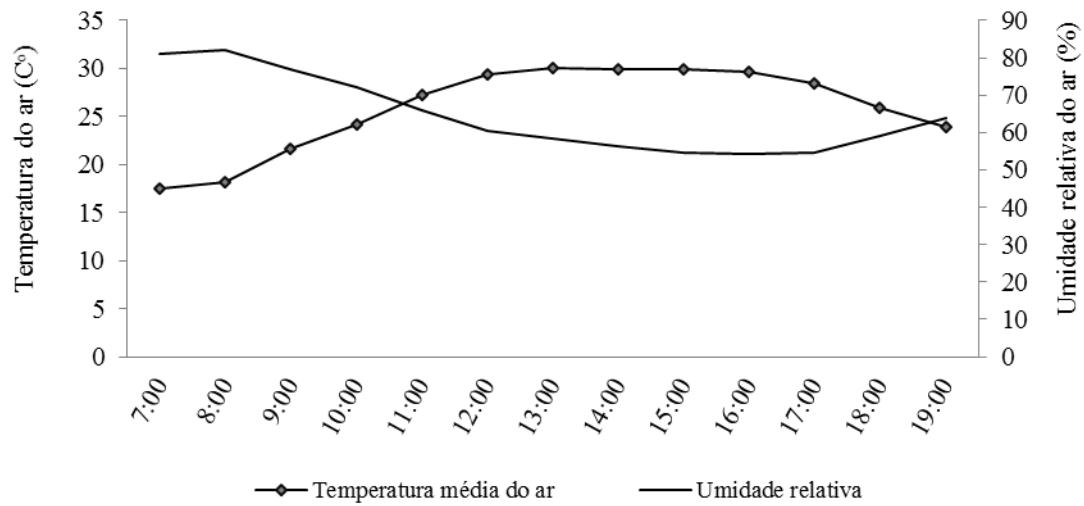


Figura 1. Temperatura média do ar e umidade relativa média do ar no ambiente de cultivo aos 84 dias após o transplante. Unioeste, 2015.

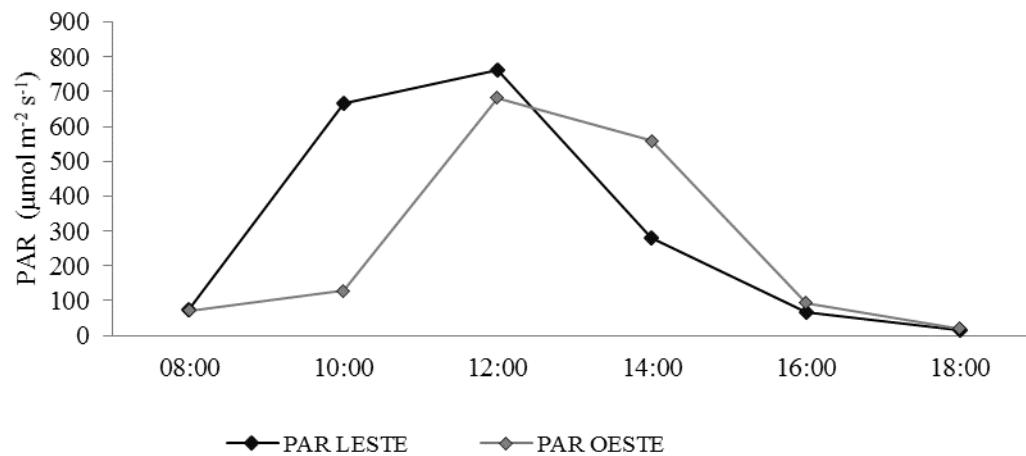


Figura 2. Radiação fotossinteticamente ativa (PAR) no interior do ambiente de cultivo aos 84 dias após o transplante. Unioeste, 2015.

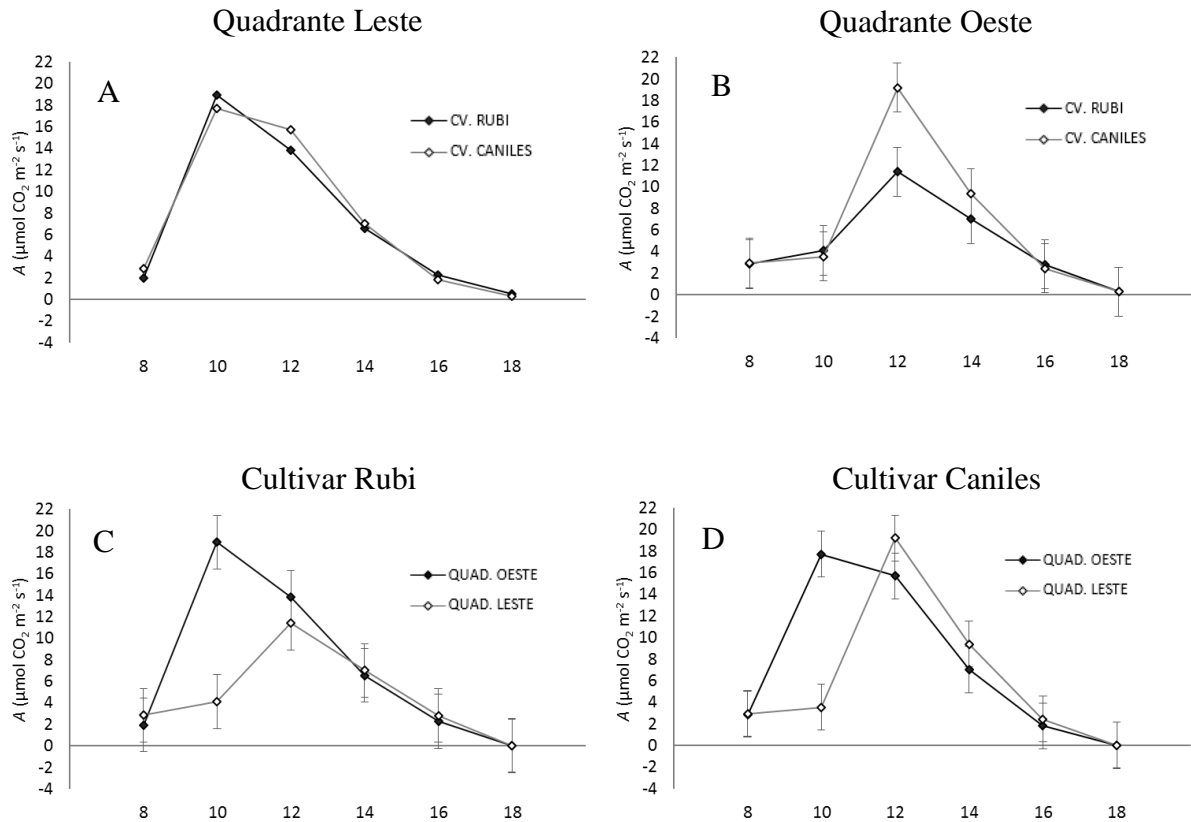


Figura 3. Taxa de assimilação líquida de CO₂ (A) de folhas de duas cultivares de tomate posicionadas no quadrante Leste (A) e no quadrante Oeste (B) e de duas posições na planta na cultivar Rubi (C) e na cultivar Caniles (D) em função do horário de avaliação, aos 84 dias após o transplante. Unioeste, 2015. Barras verticais indicam a DMS ($P > 0,05$).

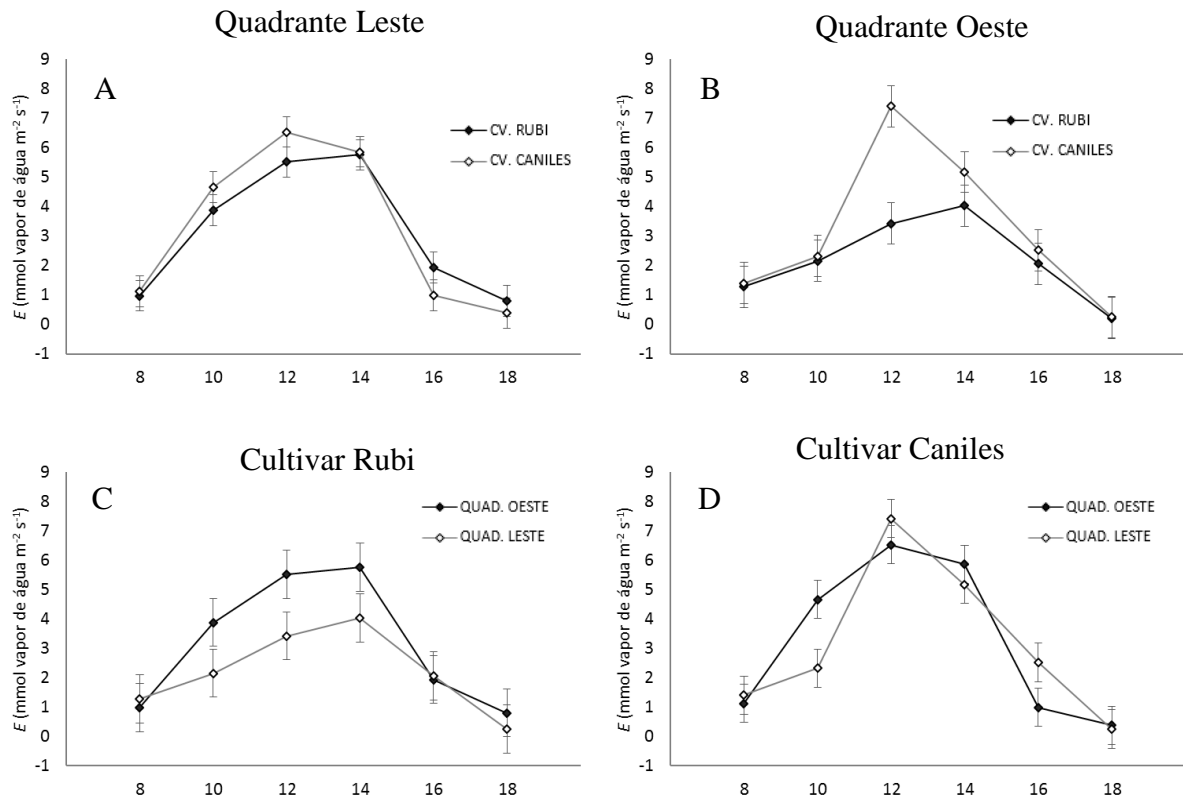


Figura 4. Transpiração foliar (E) de folhas de duas cultivares de tomate posicionadas no quadrante Leste (A) e no quadrante Oeste (B) e de duas posições na planta na cultivar Rubi (C) e na cultivar Caniles (D) em função do horário de avaliação, aos 84 dias após o transplântio. Unioeste, 2015. Barras verticais indicam a DMS ($P > 0,05$).

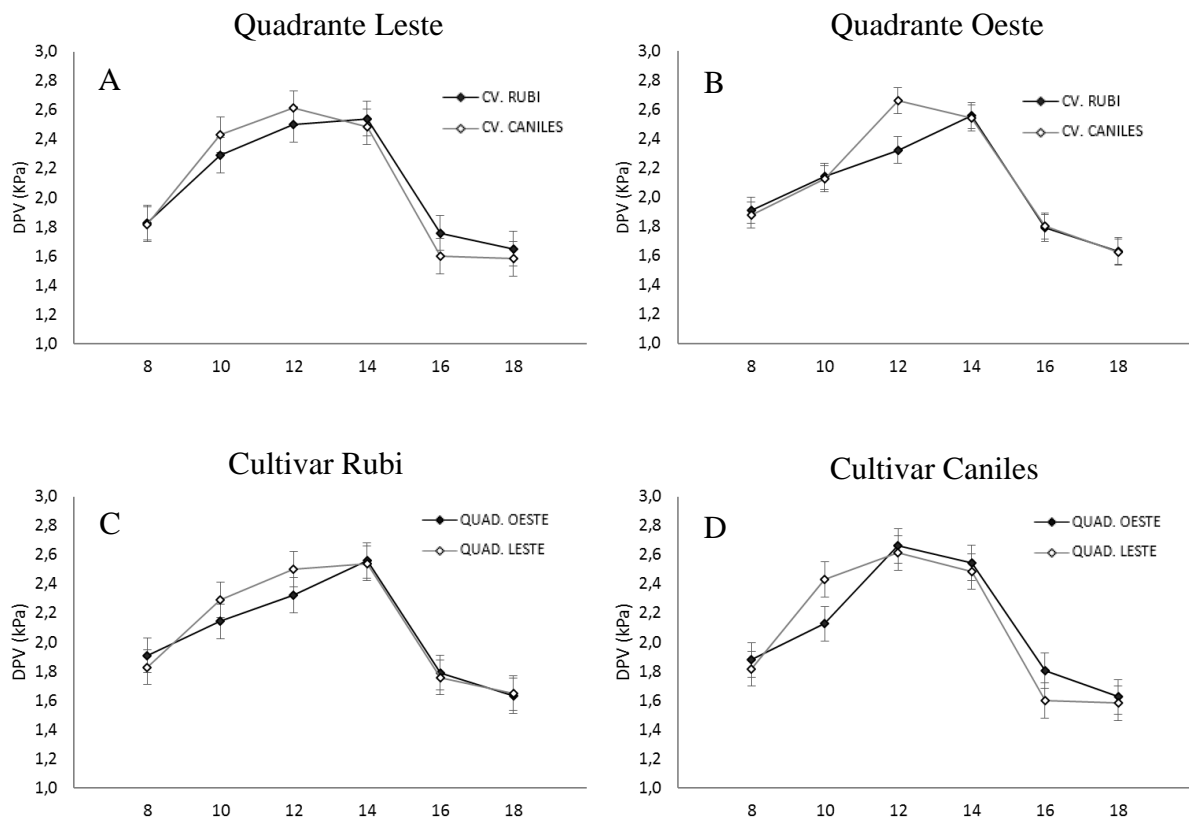


Figura 5. Déficit de pressão de vapor (DPV) de folhas de duas cultivares de tomate posicionadas no quadrante Leste (A) e no quadrante Oeste (B) e de duas posições na planta na cultivar Rubi (C) e na cultivar Caniles (D) em função do horário de avaliação, aos 84 dias após o transplante. Unioeste, 2015. Barras verticais indicam a DMS ($P>0,05$).

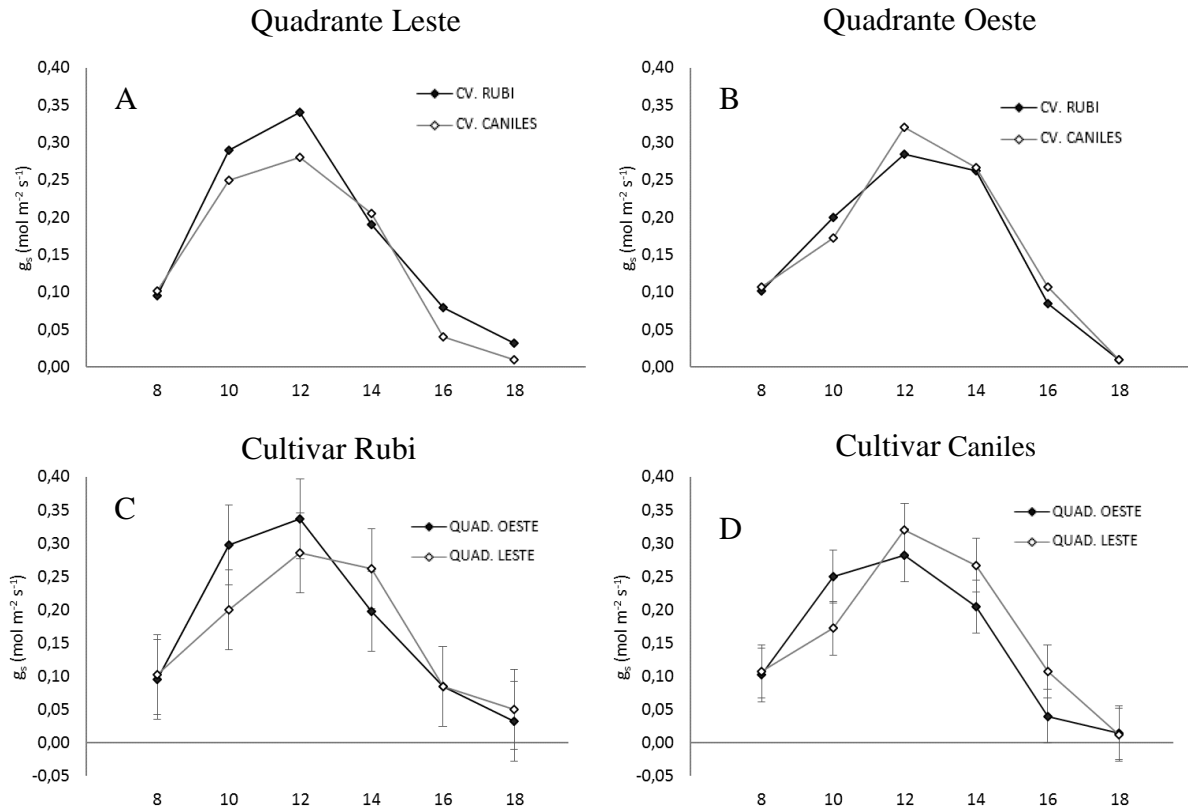


Figura 6. Condutância estomática (g_s) de folhas de duas cultivares de tomate posicionadas no quadrante Leste (A) e no quadrante Oeste (B) e de duas posições na planta na cultivar Rubi (C) e na cultivar Caniles (D) em função do horário de avaliação, aos 84 dias após o transplântio. Unioeste, 2015. Barras verticais indicam a DMS ($P > 0,05$).

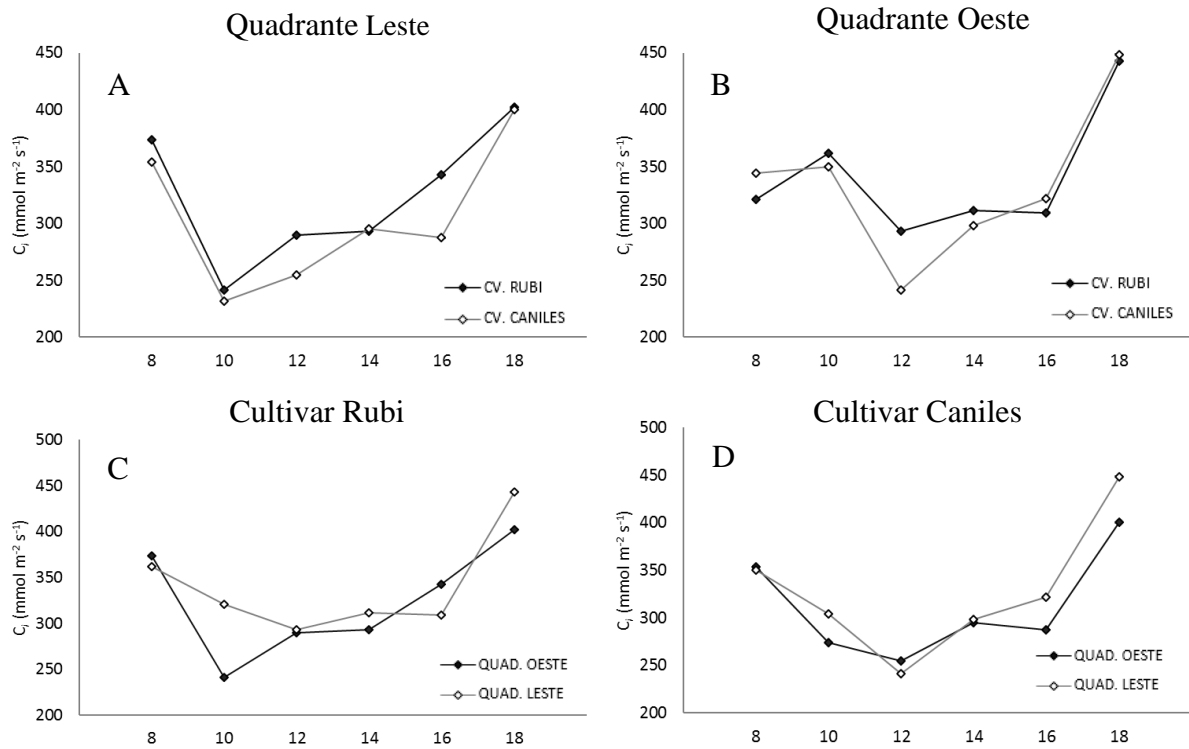


Figura 7. Concentração interna de CO₂ (C_i) de folhas de duas cultivares de tomate posicionadas no quadrante Leste (A) e no quadrante Oeste (B) e de duas posições na planta na cultivar Rubi (C) e na cultivar Caniles (D) em função do horário de avaliação, aos 84 dias após o transplântio. Unioeste, 2015. Barras verticais indicam a DMS ($P > 0,05$).

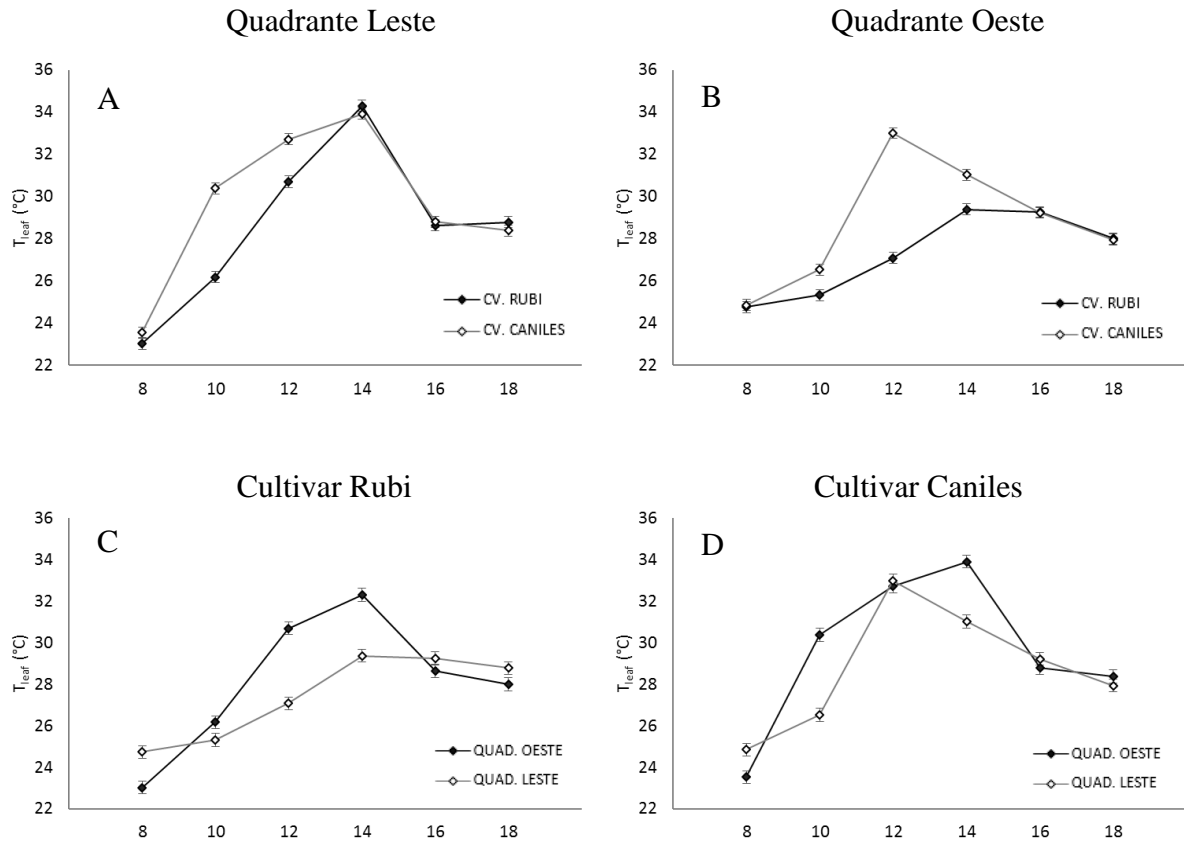


Figura 8. Temperatura foliar (T_{leaf}) de folhas de duas cultivares de tomate posicionadas no quadrante Leste (A) e no quadrante Oeste (B) e de duas posições na planta na cultivar Rubi (C) e na cultivar Caniles (D) em função do horário de avaliação, aos 84 dias após o transplante. Unioeste, 2015. Barras verticais indicam a DMS ($P > 0,05$).

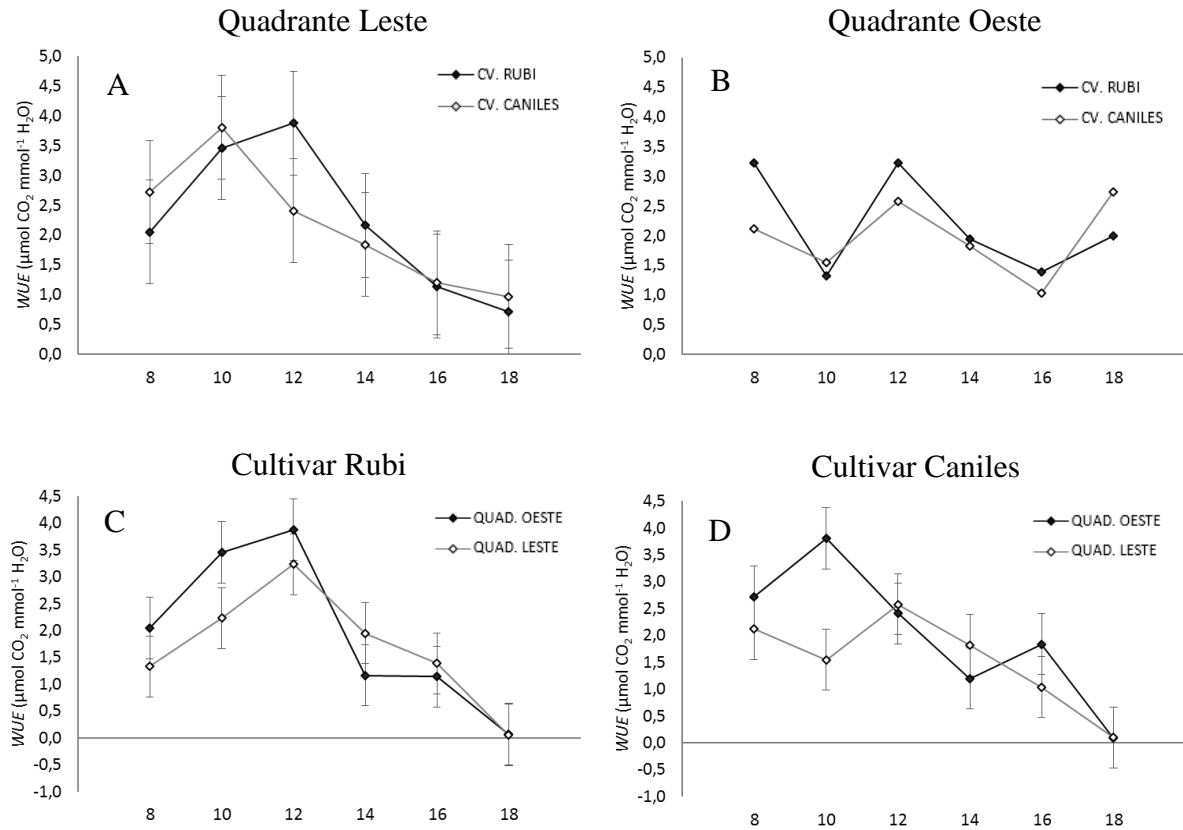


Figura 9. Eficiência no uso da água (*WUE*) de folhas de duas cultivares de tomate posicionadas no quadrante Leste (A) e no quadrante Oeste (B) e de duas posições na planta na cultivar Rubi (C) e na cultivar Caniles (D) em função do horário de avaliação, aos 84 dias após o transplântio. Unioeste, 2015. Barras verticais indicam a DMS ($P > 0,05$).

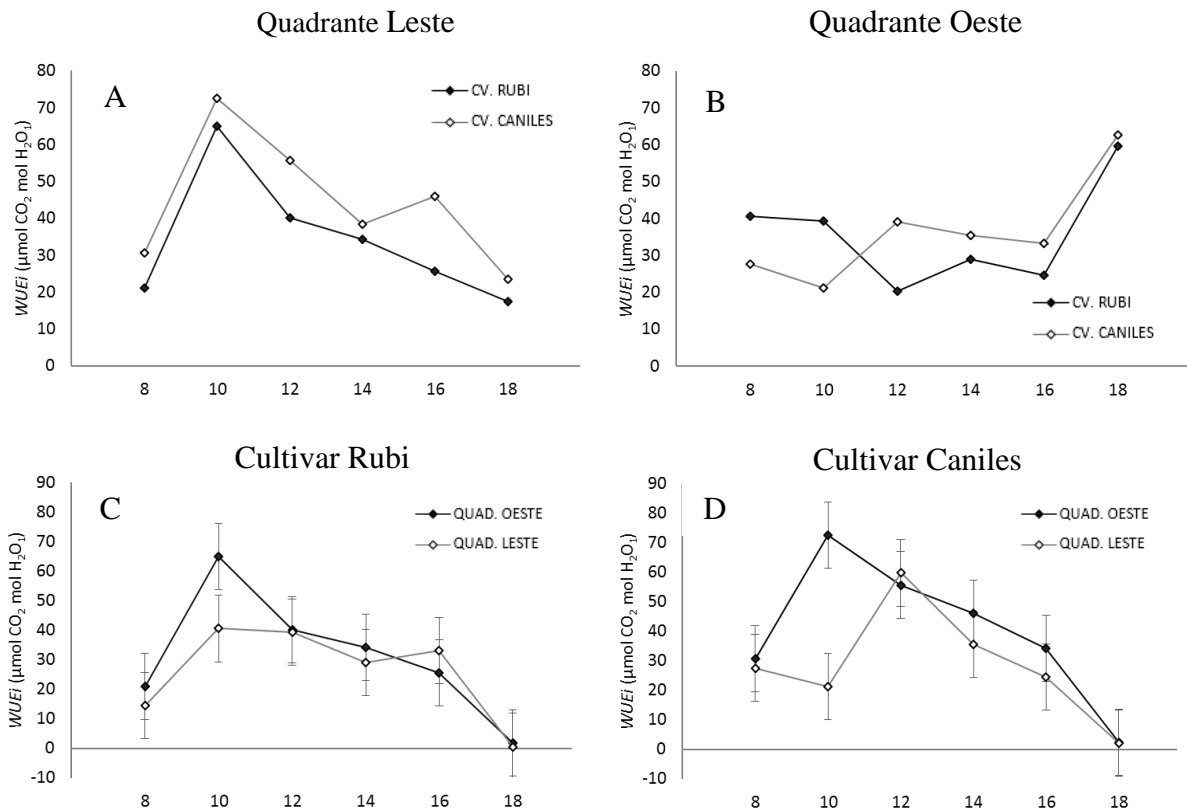


Figura 10. Eficiência intrínseca no uso da água (WUE_i) de folhas de duas cultivares de tomate posicionadas no quadrante Leste (A) e no quadrante Oeste (B) e de duas posições na planta na cultivar Rubi (C) e na cultivar Caniles (D) em função do horário de avaliação, aos 84 dias após o transplante. Unioeste, 2015. Barras verticais indicam a DMS ($P > 0,05$).

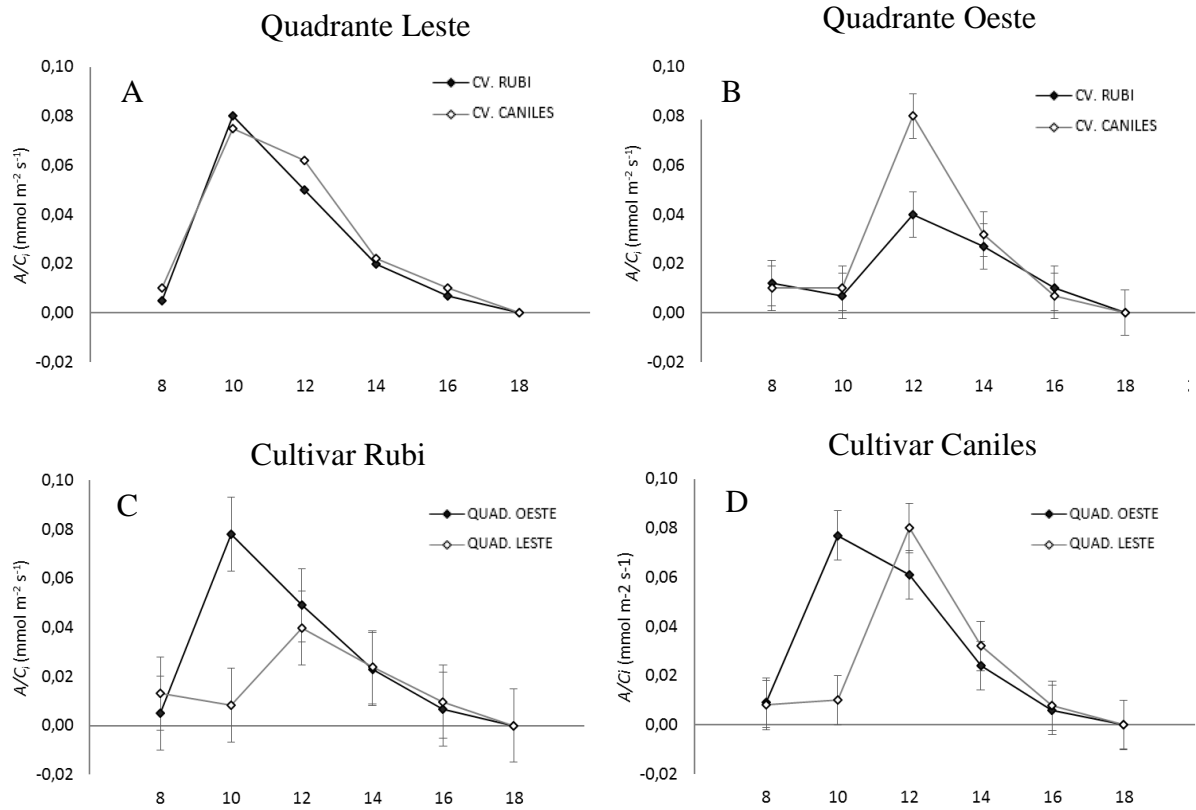


Figura 11. Eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) de folhas de duas cultivares de tomate posicionadas no quadrante Leste (A) e no quadrante Oeste (B) e de duas posições na planta na cultivar Rubi (C) e na cultivar Caniles (D) em função do horário de avaliação, aos 84 dias após o transplântio. Unioeste, 2015. Barras verticais indicam a DMS ($P > 0,05$).

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Durante o período de condução do primeiro experimento, observações visuais indicaram que as primeiras hastes secundárias emitidas na planta apresentam maior homogeneidade entre si. Sendo assim, trabalhos testando a forma de estabelecimento deixando as primeiras hastes emitidas na planta são necessários para indicar se pode ser conseguida uma melhor homogeneidade entre as hastes e conseqüente ganho em produção e qualidade.

No segundo experimento, considerando a incidência de radiação fotossinteticamente ativa nas folhas do quadrante Leste e do quadrante Oeste de plantas de tomateiro ao longo do dia, pode-se verificar que a temperatura do ar, umidade relativa do ar e o déficit de pressão de vapor foram determinantes nos índices de trocas gasosas.

As folhas de plantas de tomateiro que recebem radiação solar no período da manhã conseguem aproveitar melhor esta radiação para a produção de fotoassimilados devido aos elementos do clima (temperatura e umidade relativa do ar) serem mais favoráveis nesse período.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2013. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2013. 480p.
- CANÇADO JÚNIOR, F.L; CAMARGO FILHO, W.P; ESTANISLAU, M.L.L; DE PAIVA, B.M; MAZZEI, A.R; ALVES, H.S. Aspectos econômicos da produção e comercialização do tomate para mesa. Informe Agropecuário, v.24, n.219, 2004.
- CARVALHO L.A; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. Horticultura Brasileira, v.23, p.986-989, 2005.
- DAREZZO, R.J; AGUIAR, R.L; AGUILERA, G.A.H; ROZANE, D.E; DA SILVA, D.J.H. Cultivo em ambiente protegido: histórico, tecnologias e perspectivas. Viçosa: UFV, 2004. 331p.
- DAVI, J. de J. S. Influência do espaçamento e da poda apical no tomateiro cultivado no sistema orgânico em ambiente protegido. Marechal Cândido Rondon, 2010, Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- FAN, X.X.; XU, Z.G.; LIU, X.Y.; TANG, C.M.; WANG, L.W.; HAN, X.L. Effects of light intensity on the growth and leaf development of young tomato plants grown under a combination of red and blue light. Scientia Horticulturae, v.153, p.50-55, 2013.
- KINET, J.M.; PEET, M.M. In WIEN, H.C. The physiology of vegetable crops. Itaca – NY: Cabi Publishing. 2002. p.207-259
- LI, T.; HEUVELINK, E.; DUECK, T.A.; JANSE, J.; GORT, G. MARCELIS, L.F.M. Enhancement of crop photosynthesis by diffuse light: quantifying the contributing factors. Annals of Botany, v.114, p.145-156, 2014
- MACEDO, A.F.; MARCOS, V.L. TAVARES, E.S.; LAGE, C.L.S.; ESQUIBEL, M.A. The effect of light quality on leaf production and development of in vitro-cultured plants of *Alternanthera brasiliana* Kuntze. Journal Of Environmental And Experimental Botany, v.70, p.43–50, 2011.

- MACHADO, A.Q.; ALVARENGA, M.A.R.; FLORENTINO, C.E.T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando o consumo in natura. *Horticultura Brasileira*, v.25, p.149-153, 2007.
- MATOS, E.S.; SHIRAHIGE, F.H.; MELO, P.C.T. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. *Horticultura Brasileira*, v.30 p.240-245, 2012.
- MONTEIRO, C.S.; BALBI, M.E.; MIGUEL, O.G.; PENTEADO, P.T.P.S.; HARACEMIV, S.M.C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate tipo italiano. *Alimentos e Nutrição*, v.19, n.1, p.25-31, 2008.
- MOREIRA, M.A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001.
- PAPADOPOULOS, A. P.; PARARAJASINGHAM, S. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): A review. *Scientia Horticulturae*, v.69, p.1-29, 1997.
- PIVETTA, C.R.; TAZZO, I.F.; MAASS, G.F.; STRECK, N.A.; HELDWEIN, A.B. Emissão e expansão foliar em três genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Ciência Rural*, v.37, n.5, p.1274-1280, 2007
- RADIN, B.; BERGAMASCHI, H.; REISSER JUNIOR, C.; BARNI, N.A.; MATZENAUER, R.; DIDONÉ, I.A. Eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p.1017-1023, 2003.
- RAMOS, A.R.P.; DIAS R. de C.S.; ARAGÃO, C.A.; Qualidade de frutos de melancia sob diferentes densidades de plantio. *Horticultura Brasileira*, v.27, n.4, p.560-564, 2009.
- RESENDE, G.M; COSTA, N.D. Produção e qualidade do melão em diferentes densidades de plantio. *Horticultura Brasileira*, v.21, n.4, p.690-693, 2003.
- SHIRAHIGE, F.A.; MELO, A.M.T.; PURQUERIO, L.F.V.; CARVALHO, C.R.L.; MELO, P.C.T. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. *Horticultura Brasileira*, v.28, n.3, 2010.

STRECK, N.A.; BURIOL, G.A.; ANDRIOLO, J.L.; SANDRI, M.A. Influência da densidade de plantas e da poda apical drástica na produtividade do tomateiro em estufa de plástico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.7, p.1105-1112, 1998.

WAMSER A.F; MUELLER S; BECKER W.F; SANTOS J.P. Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. *Horticultura Brasileira*, v.25, p.238-243, 2007.