



Semina: Ciências Agrárias

ISSN: 1676-546X

semina.agrarias@uel.br

Universidade Estadual de Londrina
Brasil

Pedó, Tiago; Zanatta Aumonde, Tiago; Fernandes Lopes, Nei; Mauch, Carlos Rogério
Crescimento e conversão de energia solar em tomateiro enxertado sob cultivo protegido

Semina: Ciências Agrárias, vol. 36, núm. 1, 2015, pp. 1927-1934

Universidade Estadual de Londrina

Londrina, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744149046>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Crescimento e conversão de energia solar em tomateiro enxertado sob cultivo protegido¹

Growth and conversion of solar energy of grafted tomato plants under protected cultivation¹

Tiago Pedó^{2*}; Tiago Zanatta Aumonde³; Nei Fernandes Lopes⁴; Carlos Rogério Mauch³

Resumo

A enxertia de hortaliças é técnica que favorece o cultivo do tomateiro em condições adversas de ambiente, sendo os efeitos sobre a fisiologia das plantas escassos. Desse modo, o presente trabalho objetivou avaliar o crescimento e a eficiência de conversão da energia solar em tomateiro enxertado e não enxertado, em ambiente protegido. A enxertia foi realizada pelo método de garfagem de fenda cheia e os tratamentos foram compostos por plantas de tomateiro enxertadas sobre o híbrido Kaguemusha® e não enxertadas. As coletas para análise de crescimento foram realizadas a intervalos regulares de quatorze dias após o transplante (DAT) até final do ciclo de cultivo. Em cada coleta, as plantas foram separadas em órgãos, sendo determinados a matéria seca total (W_t), as taxas de produção de matéria seca (C_t) e de crescimento relativo (R_w), assimilatária líquida (E_a), índice de área foliar (L), taxa de crescimento de área foliar (C_a), de crescimento relativo de área foliar (R_a), razão de área foliar (F_a), razão de massa foliar (F_w), área foliar específica (S_a), eficiência de conversão da energia solar (ξ) e a taxa assimilatória de fruto (E_{fr}). As plantas enxertadas sobre o híbrido Kaguemusha® apresentaram superior W_t , C_t , R_w , E_a e ξ quando comparadas às não enxertadas que apresentaram elevado F_a e F_w . Portanto, o estresse ocasionado pela enxertia não afetou o crescimento ao final do ciclo de desenvolvimento das plantas de tomateiro, sendo importante características para manter o rendimento da cultura.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L., matéria seca, área foliar, casa de vegetação

Abstract

The grafting technique favors cultivation tomato under conditions environment adverse, being the effects on the physiology of scarce plants. Thus, this study aimed to evaluate the growth and solar energy conversion efficiency in grafted tomato and not grafted in greenhouse. The grafting was performed by grafting of cleft and the treatments consisted of tomato plants grafted on hybrid Kaguemusha® and not grafted. The samples for growth analysis were performed at intervals of fourteen days after transplanting (DAT) by the end of the crop cycle. At each harvest, plants were separated into organs, being determined to total dry matter (W_t), rates of dry matter production (C_t) and relative growth (R_w), net assimilation (E_a), leaf area index (L), growth rate, leaf area (C_a), relative growth of leaf area (R_a), leaf area ratio (F_a), leaf weight (F_w), specific leaf area (S_a), conversion efficiency solar energy (ξ) and assimilation rate of fruit (E_{fr}). From the analysis of data growth, the plants grafted on the hybrid Kaguemusha® had

¹ Parte integrante da dissertação de mestrado do primeiro autor. Financiada pelo CNPq.

² Engº Agrº, Dr., Pós Doutorando em PPG C&T de Sementes, Deptº de Fitotecnia, FAEM. Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Pelotas, RS. Bolsista PNPd CAPES. E-mail: tiago.pedo@gmail.com

³ Engºs Agrºs, Profs. Drs., Deptº de Fitotecnia, UFPel, Pelotas, RS. E-mail: tiago.aumonde@gmail.com; crmauch@gmail.com

⁴ Engº Agrº, Prof. Titular aposentado, Deptº de Botânica, PPG Fisiologia Vegetal, UFPel, Pelotas, RS. E-mail: neilopes@ufpel.edu.br

* Autor para correspondência

higher W_p , C_p , R_w , E_a and ξ compared to non-grafted that showed a high F_a and F_w . Therefore, the stress caused by grafting did not affect the growth at the end of the development cycle of tomato plants, being important feature to keep the crop yield.

Key words: *Solanum lycopersicum* L., dry matter, leaf area, greenhouse

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é produzido desde o final do século XIX e alcança produtividade superior a 100 t ha⁻¹, tornando-se uma das principais hortaliças cultivadas e consumidas no Brasil (FILGUEIRA, 2007). A cultura vem sofrendo transformações tecnológicas nos últimos anos, especialmente no que diz respeito ao manejo em ambiente protegido e a estudos sobre efeitos da radiação solar no crescimento e desenvolvimento das plantas nestas condições de cultivo.

O cultivo do tomateiro em ambiente protegido tem acarretado aumento da incidência de patógenos e salinização do solo. Diante destes problemas, uma das alternativas encontradas foi a utilização de enxertia com porta-enxertos tolerantes ou resistentes a estresses bióticos e abióticos (GOTO; SANTOS; CAÑIZARES, 2003), o que tem impulsionado o cultivo em ambiente protegido (GOTO et al., 2010). No entanto, deve-se considerar que a escolha do porta-enxerto pode influenciar as características fisiológicas da planta, dentre estas, a absorção de água e nutrientes (GOTO et al., 2010), bem como alterar o crescimento vegetativo (AUMONDE et al., 2011).

Condições de cultivo interferem no crescimento e desenvolvimento vegetal (FREIRE et al., 2010). A análise de crescimento é o método utilizado para avaliar o efeito de práticas agrônômicas, condições de meio ambiente e inferir sobre atributos fisiológicos de plantas. Além disso, é uma importante ferramenta para avaliar a contribuição dos diferentes órgãos durante a ontogenia vegetal, permitindo inferir de forma consistente sobre diferenças no rendimento de plantas (BARREIRO et al., 2006).

Diante da carência de informações sobre variáveis fisiológicas de crescimento de plantas de tomateiro enxertadas, este trabalho objetivou

analisar comparativamente o crescimento e a eficiência de conversão da energia solar em plantas de tomateiro enxertado e não enxertado em ambiente protegido.

O experimento foi realizado de fevereiro a junho de 2011, em casa de vegetação modelo teto em arco e as análises efetuadas em laboratório de Fisiologia Vegetal, na Universidade Federal de Pelotas, situada a latitude 31°52' S, longitude 52°21' W e altitude 13 m. O clima dessa região é temperado com chuvas bem distribuídas e verão quente, sendo do tipo Cfa pela classificação de Köppen.

As mudas foram produzidas em casa de vegetação com estrutura revestida com filme de polietileno (150 µm de espessura). A semeadura do porta-enxerto (híbrido 'Kagumusha'®) foi realizada no dia 30/12/2010 em copos de polietileno de 500ml e do enxerto ('Gaúcho'®) em 11/01/2011 em bandejas de poliestireno expandido de 128 células contendo substrato comercial (H. Decker®). A enxertia foi realizada no dia 30/01/2011, pelo método de garfagem de fenda cheia adaptado de Goto, Santos e Cañizares (2003).

As mudas foram transplantadas em canteiros cobertos com filme de polietileno preto (30 µm de espessura), e espaçadas 0,40 x 0,50 m no dia 21/02/2011, no estádio de quinta folha definitiva aberta. A adubação e correção da acidez do solo foram efetuadas previamente de acordo com análise do solo e com base no Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC (CQFS, 2004) conforme o recomendado para a cultura do tomateiro com estimativa de produção de 75 t ha⁻¹ e as necessidades de micronutrientes repostas pelo fertilizante foliar Torped® na proporção de 1 mL L⁻¹, conforme indicado pelo fabricante. A irrigação das plantas foi localizada, conforme as necessidades

hídricas da cultura. As plantas foram tutoradas verticalmente, conduzidas em haste única e com podas semanais.

Os tratamentos foram compostos por plantas de tomateiro enxertada e não enxertada. Os dados de radiação solar foram obtidos por meio do boletim da Estação Agroclimatológica de Pelotas, RS. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, sendo realizadas nove coletas com cinco plantas para cada tratamento em cada época.

Coletas sucessivas foram realizadas a partir do transplante, a intervalos regulares de 14 dias até final do ciclo de cultivo (112 DAT). Em cada coleta, as plantas foram separadas em órgãos (frutos, folhas, caule e raiz) e levadas para estufa de ventilação forçada a temperatura de 70 ± 2 °C por 72 h até massa constante. A área foliar (A_f) foi determinada com o medidor de área marca Licor, modelo LI-3100 e índice de área foliar (L) calculado pela fórmula $L = A_f/S_t$, sendo S_t a superfície do solo.

Os dados primários de matéria seca total acumulada (W_t) foram ajustados pela equação logística simples, $W_t = W_m/(1+A e^{-Bt})$, sendo W_m a estimativa assintótica do crescimento máximo, A e B constantes de ajustamento, e t o tempo em dias após o transplante (RICHARDS, 1969). Os dados primários de área foliar (A_f) foram ajustados por meio de polinômios ortogonais (RICHARDS, 1969). Os valores instantâneos da taxa de produção de matéria seca (C_t) e taxa de crescimento de área foliar (C_a) foram obtidos por meio de derivadas das equações ajustadas da matéria seca total (W_t) e da área foliar (A_f) em relação ao tempo (RADFORD, 1967). Para determinação dos valores instantâneos da taxa de crescimento relativo (R_w) e taxa de crescimento relativo de área foliar (R_a) foram empregados as equações: $R_w = 1/W_t \cdot dW/dt$ e $R_a = 1/A_f \cdot dA_f/dt$. Os valores instantâneos da taxa assimilatória líquida (E_a), a razão de área foliar (F_a), razão de massa foliar (F_w) e área foliar específica (S_a) foram estimados

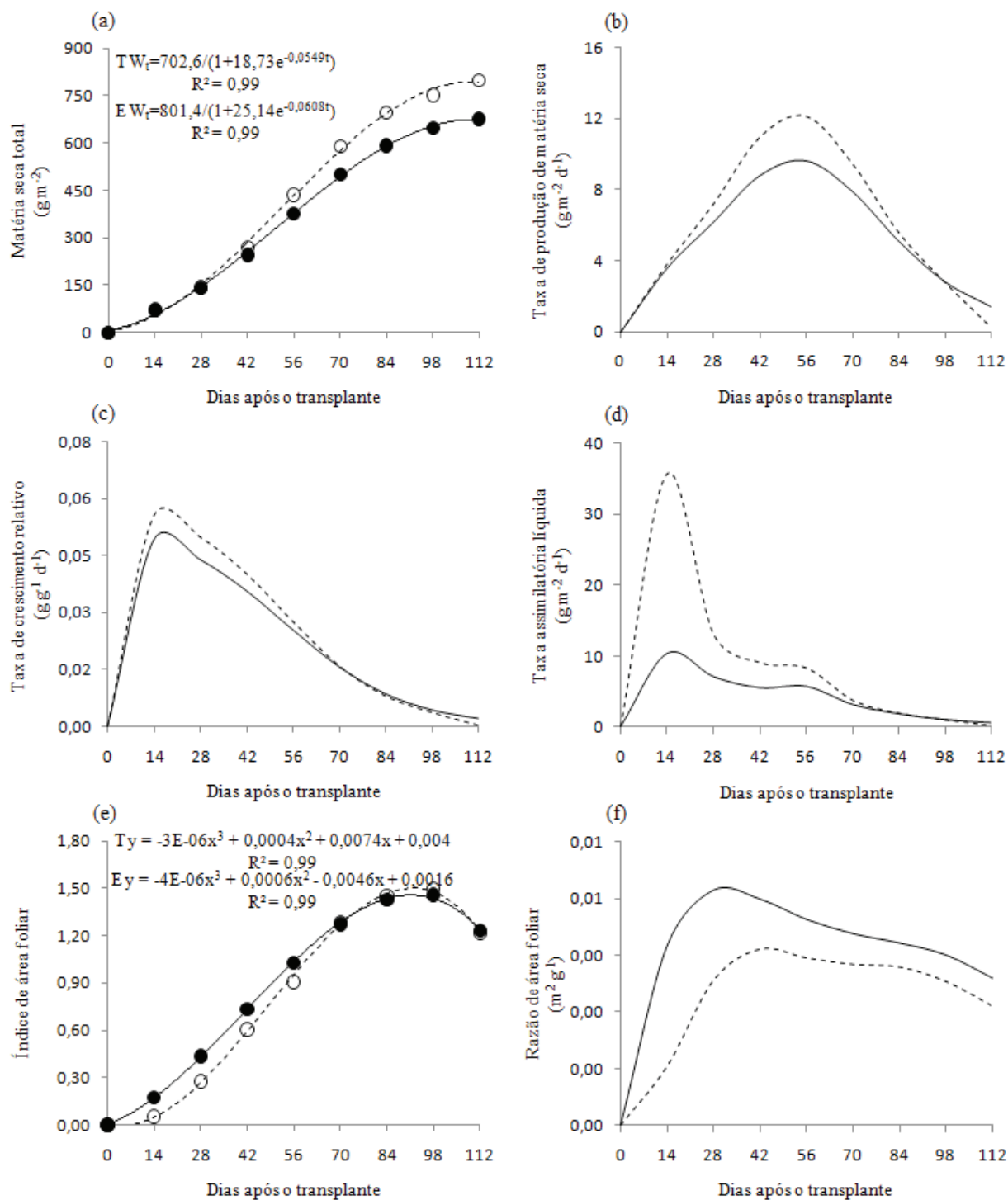
por meio das equações: $E_a = 1/A_f \cdot dW/dt$; $F_a = A_f/W_t$; $F_w = W_f/W_t$ e $S_a = A_f/W_p$, conforme Radford (1967).

A eficiência de conversão da energia solar (ξ) foi determinada pela equação $\xi (\%) = (100 \cdot C_t \cdot \delta)/R_a$, sendo o R_a o valor médio da radiação solar incidente ($\text{cal m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) registrada nos quatorze dias anteriores ao C_t correspondente e o valor calorífico (δ) de 6458 cal g^{-1} obtido por Teixeira et al. (2005). A taxa assimilatória de fruto (E_{fr}) foi obtida pela equação $E_{fr} = W_{fr}/A_f$.

Os dados foram interpretados com base nas curvas das tendências pelo fato da análise de crescimento ser baseada na logística simples e constituir-se de dados quantitativos, não atendendo as pressuposições básicas da análise de variância. Nesta categoria de análise logística, os erros são correlacionados ao longo do tempo e assim não independentes (RADFORD, 1967; BARREIRO et al., 2006; DIAS; BARROS, 2009).

A produção de matéria seca total (W_t) nas plantas de tomateiro não enxertado e enxertado apresentou tendência logística, com elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,99$). O crescimento inicialmente foi lento até os 28 dias após o transplante (DAT), atingindo o máximo crescimento ao final do ciclo de cultivo (112 DAT), alcançando produção de matéria seca de 675,52 e 798,03 g m^{-2} para os tratamentos não enxertado e enxertado, respectivamente (Figura 1a). A diferença no acúmulo de matéria seca entre as plantas enxertadas e não enxertadas pode estar relacionada à taxa de produção de matéria seca (Figura 1b) e de crescimento relativo (Figura 1c) que foram superiores nas enxertadas. Segundo Aumonde et al. (2011), a elevação no crescimento é devida, até certo ponto, ao aumento da área foliar e à elevação da produção líquida de assimilados, corroborando com os resultados obtidos (Figura 1d; 1e). Tendência similar foi observada por Fayad et al. (2001) para tomateiro em ambiente protegido, com o aumento da produção de matéria seca até o final da ontogenia.

Figura 1. Matéria seca total (a), taxa de produção de matéria seca (b), taxa de crescimento relativo (c), taxa assimilatória líquida (d), índice de área foliar (e) e razão de área foliar (f) de plantas de tomateiro ao longo da ontogenia das plantas. Sendo não enxertado (● e —) e enxertado (○ e - - -).



Fonte: Elaboração dos autores.

A taxa de produção de matéria seca (C_t) de uma cultura é função de L e E_a , sendo a diferença de amplitude da C_t dependente do valor máximo atingido em E_a (Figura 1d) e L (Figura 1e) (MELGES; LOPES; OLIVA, 1989). C_t máximo foi atingido aos 56 DAT para ambos os tratamentos (Figura 1b). As plantas enxertadas apresentaram maior C_t , demonstrando maior eficiência no incremento de matéria seca por unidade de área em relação ao tempo quando comparadas com as não enxertadas. C_t máximo foi obtido conjuntamente com o máximo de ξ (Figura 2e) aos 56 DAT, com posterior decréscimo para ambas as variáveis. Resultados similares foram obtidos por Fayad et al. (2001) ao estudarem o crescimento do tomateiro cultivado em ambiente protegido ao longo do ciclo da cultura.

A taxa de crescimento relativo (R_w) apresentou valores máximos nas etapas iniciais de crescimento (14 DAT), com posterior decréscimo até o final de ciclo de cultivo das plantas de tomateiro (Figura 1c). Os valores máximos de R_w foram de $0,05 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ para as plantas não enxertadas e de $0,06 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$ para plantas enxertadas, demonstrando que o estresse causado pela enxertia não influenciou R_w . Alto R_w inicial pode ser atribuído à elevada capacidade fotossintética das folhas jovens (AUMONDE et al., 2011) e seu decréscimo devido ao auto-sombreamento, sendo dependente de F_a e de E_a (LOPES et al., 1986). Freire et al. (2010), ao avaliar o crescimento e a produção em plantas de tomateiro irrigado com água salina, verificaram que a indução de estresse em plantas de tomateiro ocasiona redução na taxa de crescimento relativo das plantas, o que não foi observado neste trabalho.

A taxa assimilatória líquida (E_a) observada das plantas enxertadas foi superior durante cerca de 2/3 do ciclo demonstrando maior produção líquida de assimilados em relação às não enxertadas (Figura 1d). Os valores máximos foram obtidos no início do crescimento vegetativo (14 DAT), com posterior decréscimo para ambos os tratamentos

e segundo pico aos 56 DAT com 5,67 e $8,26 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, respectivamente, para os tratamentos não enxertados e enxertados, o que resultou em aumento do W_t (Figura 1a). E_a tende a ser maior no início do ciclo quando o auto-sombreamento é reduzido (GONDIM et al., 2008). O decréscimo de E_a pode ser explicado pelo auto-sombreamento e o segundo pico pelo início da fase reprodutiva (LOPES et al., 1986).

O índice de área foliar (L) é um importante indicador da superfície foliar responsável pela interceptação de energia solar (PEIXOTO; PEIXOTO, 2009), sendo dependente da A_f (MELGES; LOPES; OLIVA, 1989). No presente trabalho observou-se elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,99$) para esta variável, verificando-se crescimento reduzido até os 28 DAT e máximo aos 98 DAT para ambos os tratamentos (Figura 1e) com posterior decréscimo. As plantas enxertadas inicialmente apresentaram L inferior, superando a partir dos 70 DAT as plantas não enxertadas, mantendo esta tendência até o final do ciclo de cultivo. O decréscimo no L é normal ao final do ciclo, resultado do aumento da senescência foliar (AUMONDE et al., 2011), conjuntamente com o envio de fotoassimilados para órgãos reprodutivos (LOPES et al., 1986).

A razão de área foliar (F_a) é expressa pela relação entre a área foliar e a massa seca total e corresponde à área útil a fotossíntese (AUMONDE et al., 2011). Os valores máximos foram alcançados aos 28 DAT para o tratamento não enxertado ($0,006 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) e aos 42 DAT para as plantas enxertadas ($0,005 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) (Figura 1f). A redução de F_a , em parte, é devido ao auto-sombreamento (PEIXOTO; PEIXOTO, 2009) ocasionado pelas folhas superiores sobre as inferiores (BARREIRO et al., 2006). Neste sentido, é possível evidenciar que em plantas enxertadas, mesmo com menor área útil, a fotossíntese apresentou superior capacidade de conversão de energia luminosa em química (Figura 1d e 2e), o que resultou em superior W_t , C_t e E_{fr} .

A taxa de crescimento relativo de área foliar (R_a) atingiu um pico inicial aos 14 DAT para ambos os tratamentos, com posterior decréscimo ao longo do ciclo de cultivo (Figura 2a). R_a consiste no incremento de área foliar em relação à área foliar pré-existente em um determinado período de tempo (PEIXOTO; PEIXOTO, 2009). As plantas de tomateiro enxertado tiveram maiores incrementos em R_a quando comparadas com as não enxertadas. Tendências similares foram obtidos por Aumonde et al. (2011), ao estudarem o crescimento de mini melancia (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) enxertada e não enxertada.

Os resultados para a taxa de crescimento de área foliar (C_a) demonstraram que as plantas de tomateiro enxertadas apresentaram maior velocidade de crescimento foliar durante o desenvolvimento quando comparadas às não enxertadas, sendo crescente até atingir o máximo aos 42 DAT para plantas não enxertadas e enxertadas (Figura 2b), decrescendo com a ontogenia das plantas até o final do ciclo de cultivo, resultado da senescência foliar. Tendências similares de C_a foram encontradas para soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (MELGES; LOPES; OLIVA, 1989).

Inicialmente a razão de massa foliar (F_w) foi alta para ambos os tratamentos. As plantas não enxertadas apresentaram maior alocação de matéria seca nas folhas alcançadas aos 28 DAT, o que resultou em maior massa de folhas quando comparada a plantas enxertadas, as quais atingiram seu máximo aos 28 DAT (Figura 2c), com posterior decréscimo para ambos. Segundo Aumonde et al. (2011), F_w fornece uma estimativa da fração de assimilados retida nas folhas e não exportada para os demais órgãos da planta.

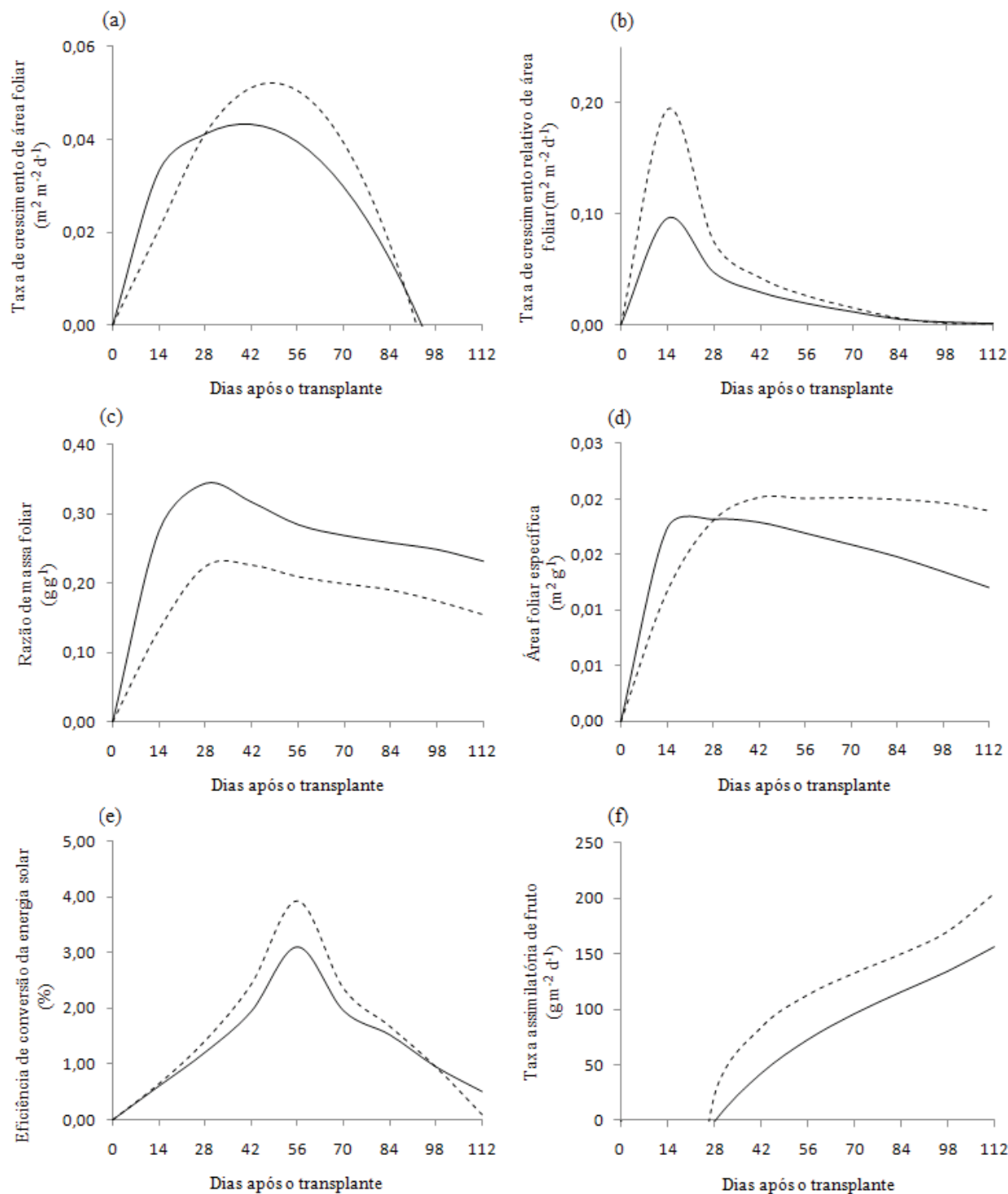
Os valores máximos de área foliar específica (S_a) foram atingidos aos 28 e 42 DAT, para os tratamentos não enxertado e enxertado, respectivamente (Figura

2d). As plantas enxertadas apresentaram S_a superior quando comparadas às não enxertadas, resultando em maior área foliar (PEIXOTO; PEIXOTO, 2009). S_a pode aumentar por incremento na A_f ou diminuição em W_f . Aumonde et al. (2011), descrevem que os decréscimos de S_a são resultantes do incremento de matéria seca e da paralisação da expansão da área foliar.

A eficiência de conversão da energia solar (ξ) é um parâmetro de grande importância, pois está relacionada ao processo fotossintético e consequentemente à síntese de assimilados, o que reflete diretamente sobre o crescimento e a produtividade vegetal. Os resultados demonstraram curvas crescentes até 56 DAT (Figura 2e), com valores máximos de 3,11 e 3,93 % para as plantas não enxertadas e enxertadas, respectivamente, com posterior declínio até o final do ciclo de cultivo, resultante das taxas de senescência das folhas inferiores que tende a ser superior que a produção de novas folhas (MELGES; LOPES; OLIVA, 1989). ξ aumentou conjuntamente com o máximo obtido na C_t (Figura 1b). Tendências similares de ξ foram encontradas em trabalhos em soja (*Glycine max* (L.) Merrill) por Melges, Lopes e Oliva (1989).

A taxa assimilatória de fruto (E_{fr}) foi crescente até o final de cultivo (112 DAT) em ambos os tratamentos. Os maiores valores de E_{fr} observados ao final do ciclo foram para as plantas de tomateiro enxertadas frente as não enxertadas (Figura 2f). A baixa taxa inicial corresponde à alta translocação de fotoassimilados para a fase vegetativa e início da floração, o que resulta em uma baixa produção de matéria seca de fruto. O incremento em E_{fr} é causado pelo rápido crescimento dos frutos, que passam a ser drenos metabólicos preferenciais, originando maior demanda de assimilados até o final do ciclo produtivo, sendo resultado da maior eficiência na interceptação de energia luminosa, resultando em maior produção de fotoassimilados.

Figura 2. Taxa de crescimento de área foliar (a) e taxa de crescimento relativo de área foliar (b), razão de massa foliar (c), área foliar específica (d), eficiência de conversão da energia solar (a) e taxa assimilatória de fruto (b) de plantas de tomateiro ao longo da ontogenia das plantas. Sendo não enxertado (—) e enxertado (-----).



Fonte: Elaboração dos autores.

As plantas enxertadas acumularam ao final do ciclo maior quantidade de matéria seca, com taxa assimilatória líquida (E_a) superior durante 2/3 do ciclo de cultivo quando comparadas às plantas não enxertadas. As taxas de crescimento relativo, assimilatória líquida e de crescimento relativo de área foliar atingiram o pico aos 14 DAT, sendo decrescentes a partir de então até o final do ciclo em plantas enxertadas e não enxertadas. A superior E_a pelas plantas enxertadas resultou em acréscimos na ξ e superior E_{fr} . Assim, plantas de tomateiro enxertadas apresentaram melhor crescimento e produtividade quando comparadas às não enxertadas.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor.

Referências

- AUMONDE, T. Z.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; PEIL, R. M. N.; PEDÓ, T. Análise de crescimento do híbrido de mini melancia Smile® enxertada e não enxertada. *Interciencia*, Caracas, v. 36, n. 9, p. 677-681, 2011.
- BARREIRO, A. P.; ZUCARELI, A.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Análise de crescimento de plantas de manjerição tratadas com reguladores vegetais. *Bragantia*, Campinas, v. 65, n. 4, p. 563-567, 2006.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFS. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 10. ed. Porto Alegre: Editora Evangraf LTDA, 2004. 400 p.
- DIAS, L. A. S.; BARROS, W. S. *Biometria experimental*. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2009. 408 p.
- FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, L. F.; FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 19, n. 3, p. 232-237, 2001.
- FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. 421 p.
- FREIRE, A. L. O.; SARAIVA, V. P.; MIRANDA, J. R. P.; BRUNO, G. B. Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, p. 1133-1144, 2010. Suplemento 1.
- GONDIM, A. R. O.; PUIATTI, M.; VENTRELLA, M. C.; CECON, P. R. Plasticidade anatômica da folha de taro cultivado sob diferentes condições de sombreamento. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 4, p. 1037-1045, 2008.
- GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CAÑIZARES, A. L. *Enxertia em hortaliças*. São Paulo: Editora UNESP, 2003. 85 p.
- GOTO, G.; SIRTORI, L. F.; RODRIGUES, J. D.; LOPES, M. C. Produção de tomateiro, híbrido Momotaro, em função do estágio das mudas e da enxertia. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 34, n. 4, p. 961-966, 2010.
- LOPES, N. F.; OLIVA, M. A.; CARDOSO, M. J.; GOMES, M. M. S.; SOUZA, V. F. Crescimento e conversão da energia solar em *Phaseolus vulgaris* L. submetido a três densidades de fluxo radiante e dois regimes hídricos. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 142-164, 1986.
- MELGES, E.; LOPES, N. F.; OLIVA, M. A. Crescimento e conversão da energia solar em soja cultivada sob quatro níveis de radiação solar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 9, p. 1065-1072, 1989.
- PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos. In: CARVALHO, C. A. L.; DANTAS, A. C. V. L.; PEREIRA, F. A. C.; SOARES, A. C. F.; MELO FILHO, J. F. (Org.). *Tópicos em ciências agrárias*. Cruz das Almas: Editora Nova Civilização, 2009. p. 37-53.
- RADFORD, P. J. Growth analysis formulae: their use and abuse. *Crop Science*, Berkshire, v. 7, n. 1, p. 171-175, 1967.
- RICHARDS, F. J. The quantitative analysis of growth. In: STEWARD, F. C. (Ed.). *Plant physiology*. A treatise. New York: Academic press, 1969. p. 3-76.
- TEIXEIRA, C. A.; LACERDA FILHO, A. F.; PEREIRA, S.; SOUZA, L. H.; RUSSO, J. R. Balanço energético de uma cultura de tomate. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 429-432, 2005.