



Bragantia

ISSN: 0006-8705

editor@iac.sp.gov.br

Instituto Agronômico de Campinas  
Brasil

Hachmann, Tiago Luan; de Moraes Echer, Márcia; Maiara Dalastra, Graciela; Soares Vasconcelos, Edmar; Guimarães, Vandeir Francisco

Cultivo do tomateiro sob diferentes espaçamentos entre plantas e diferentes níveis de desfolha das folhas basais

Bragantia, vol. 73, núm. 4, outubro-diciembre, 2014, pp. 399-406

Instituto Agronômico de Campinas  
Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90833504008>

- 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

# Cultivo do tomateiro sob diferentes espaçamentos entre plantas e diferentes níveis de desfolha das folhas basais

Tiago Luan Hachmann (\*); Márcia de Moraes Echer; Graciela Maiara Dalastra; Edmar Soares Vasconcelos; Vandeir Francisco Guimarães

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Rua Pernambuco, 1.777, 85960-000 Marechal Cândido Rondon (PR), Brasil.

(\*) Autor correspondente: [tiagohach@gmail.com](mailto:tiagohach@gmail.com)

Recebido: 27/maio/2014; Aceito: 15/jul./2014

## Resumo

Este trabalho teve como objetivo estudar a influência do espaçamento entre plantas e o nível de desfolha das folhas baixas nas características produtivas de frutos de tomate. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial de 2x4, com cinco repetições. Foram avaliados dois espaçamentos entre plantas (0,30 e 0,50 m) e quatro níveis de desfolhas (0, 50 e 100% das folhas baixas retiradas após o pegamento dos frutos do primeiro cacho e 100% das folhas baixas retiradas após a colheita do primeiro cacho). Foi avaliado o número de frutos normais, com defeito e total por cacho; massa dos frutos normais, com defeito e total por cacho; diâmetro longitudinal e transversal dos frutos normais; e produtividade de frutos normais e total por cacho. A remoção das folhas baixas é favorável para as características produtivas, quando há uma maior densidade de plantas, e deve ser realizada antes da formação dos primeiros cachos. Para plantas mais espaçadas as folhas baixas exercem influência nessas características, não sendo favorável sua remoção durante a formação do primeiro cacho mas sim após a sua colheita. A desfolha é uma prática que pode ser utilizada para aumentar a aeração, melhorar o aproveitamento da radiação solar e diminuir problemas fitossanitários.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L., densidade de plantio, desfolha basal, manejo da cultura, retirada de folhas.

## Tomato cultivation under different spacings and different levels of defoliation of basal leaves

### Abstract

This work aimed to study the influence of plant spacing and level of basal leaves defoliation on yield characteristics of tomato. The experimental design was a randomized complete block design in a factorial 2x4 with five replications. Two spacings (0.30 and 0.50 m) and four levels of defoliation (0, 50% and 100% of basal leaves removed after fruiting the first cluster and 100% of basal leaves removed after harvest of the first cluster). It was evaluated the number of normal, defective and total fruits per cluster, mass of normal, defective and total fruits per cluster, longitudinal and transversal diameter of the normal fruits; and productivity of normal and total fruits per cluster. Removing the basal leaves is favorable for production, when there is a higher plant density, and must be performed before the formation of the first cluster. For more spaced plants the basal leaves influenced these characteristics, not being favorable their removal during the formation of the first cluster, but after sampling this. Defoliation is a practice that can be used to increase aeration, improving the utilization of solar radiation and reduce pest problems.

Key words: *Solanum lycopersicum* L., planting density, basal defoliation, crop management, removal of leaves.

## 1. INTRODUÇÃO

A importância das hortaliças na dieta humana se deve ao fato de serem não apenas fonte de carboidratos e proteínas mas também um excelente suprimento de vitaminas e minerais. O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é a principal hortaliça em volume consumida *in natura* no mundo, sendo uma das principais fontes naturais de licopeno, um importante composto antioxidante e anticancerígeno, além de fonte de ácidos (ácido acético,

ácido láctico e ácido málico), vitamina C e de traços de potássio, fósforo e ferro (Monteiro et al., 2008).

No segmento de tomate de mesa, a qualidade do fruto e a oferta na entressafra são fatores que podem garantir o sucesso da produção (Guimarães et al., 2007). Uma das formas de melhorar a qualidade e aparência do tomate é a adoção de técnicas adequadas de manejo da cultura (Marim et al., 2005).

O cultivo em ambiente protegido proporciona aumento nos rendimentos, bem como obtenção de produtos de melhor qualidade (Carvalho e Tessarioli Neto, 2005). Através desse tipo de cultivo é possível reduzir a sazonalidade de produção, além de se possibilitar o controle parcial de fatores responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento das plantas (Darezzo et al., 2004).

O cultivo no interior do ambiente deve aproveitar ao máximo a área disponível, devido aos altos custos de instalação das estruturas e ao alto nível tecnológico aplicado. Uma forma de aumentar o aproveitamento da área de cultivo é aumentar a densidade de plantio. Segundo Resende e Costa (2003), quando ocorre um aumento na densidade de plantas por unidade de área, elas competem por fatores essenciais de crescimento como nutrientes, luz e água, o que tem efeito direto na produtividade e qualidade do fruto.

O efeito do espaçamento pode ser visto em termos de exposição à luz, no sentido de que com plantios mais adensados há maior sobreposição e sombreamento de folhas, menor penetração de radiação solar nas folhas basais e, conseqüentemente, maior competição por luz, o que diminui a eficiência fotossintética da planta. A competição por luz promove maior gasto de energia em processos de crescimento celular e menor translocação de açúcares para os frutos (Mueller e Wamser, 2009).

A forma como a cultura é conduzida é muito importante para se obterem ganhos de produtividade e qualidade do fruto, sempre buscando-se diminuir os custos de produção. Nesse contexto, juntamente com o tutoramento vertical, uma prática cultural recomendada, quando o cultivo é realizado em ambiente protegido, é a remoção das folhas baixas das plantas, visando melhorar o aproveitamento da luz solar, aumentar o arejamento entre as plantas e, conseqüentemente, diminuir a incidência e transmissão de doenças e pragas (Alvarenga, 2004). Em contato com o solo, essas folhas tendem a ser porta de entrada para patógenos, além de formarem um ambiente úmido, favorável ao seu desenvolvimento.

De acordo com Silva et al. (2011), o terço superior das plantas de tomate, apesar de contar com apenas 23% da área foliar total da planta, conta com 73% da interceptação da radiação solar total e é responsável por 66% da produção de fotoassimilados. Assim, as folhas basais não são muito importantes para a fotossíntese líquida das plantas e sua contribuição para a fotossíntese diminui gradualmente à medida que a folha do tomateiro fica mais velha (Silva et al., 2011).

Estudos relacionados à produtividade do tomateiro no que diz respeito à relação entre eliminação das folhas baixas e densidade de plantio são escassos. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo estabelecer o nível de desfolha associado à densidade de plantio que não comprometa a produção de frutos dos tomateiros.

## 2. 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 (Unioeste), no município de Marechal Cândido Rondon.

A cultura foi instalada sob estrutura de ferro galvanizado com teto em forma de arco, de dimensões 7x30 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  $\mu$  de espessura. As laterais foram fechadas com tela de 30% de sombreamento de coloração preta.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 4, com cinco repetições. O primeiro fator foi constituído de dois espaçamentos entre plantas e o segundo de quatro sistemas de desfolhas. Os espaçamentos utilizados foram de 0,30 e 0,50 m entre plantas por 1 m entrelinhas. Os tratamentos de desfolha foram realizados removendo-se 0,50 e 100% das folhas baixas após o pegamento dos frutos do primeiro cacho (início da formação dos frutos), e removendo-se 100% das folhas baixas após a colheita do primeiro cacho, contabilizando-se um total de três e sete folhas nos tratamentos de 50% e 100% de remoção, respectivamente. Foram consideradas folhas baixas todas aquelas emitidas abaixo do primeiro cacho.

As folhas foram removidas com auxílio de tesoura de poda, que, após cada corte, foi desinfetada com solução de hipoclorito de sódio (10%). Sobre os ferimentos foi aplicada uma camada de pasta cúprica, para evitar a entrada de patógenos.

O material genético utilizado foi o híbrido Andrea, cultivar do tipo italiano, longa vida estrutural. As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo substrato comercial. As parcelas foram formadas por sete plantas, sendo avaliadas as cinco plantas centrais.

A adubação de plantio foi realizada de acordo com análise de solo. A análise química do solo forneceu os seguintes resultados: pH = 4,85;  $Al^{3+}$  = 0,0; K = 0,48;  $Ca^{2+}$  = 9,03 e  $Mg^{2+}$  = 1,28 em cmol  $dm^{-3}$ ; P = 305,50 mg  $dm^{-3}$ . A adubação de cobertura foi realizada por fertirrigação três vezes por semana, segundo as recomendações de Trani et al. (2004). A irrigação foi realizada por gotejamento, com emissores de vazão 1,3 L  $h^{-1}$  em cada linha de plantio, sendo que a quantidade de água aplicada variou conforme as condições climáticas e o estágio da cultura.

Após o transplante das mudas, quando as plantas apresentavam de 10 a 15 cm de altura foram tutoradas verticalmente com fitilho e conduzidas em haste única, sendo as ramificações laterais eliminadas. A poda da gema apical foi realizada acima da terceira folha surgida após o sexto cacho.

O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente, quando necessário, e o manejo de pragas, principalmente da traça do tomateiro (*Tuta absoluta*), foi realizado preventivamente através da liberação semanal de uma cartela de *Trichogramma galloi*. O manejo preventivo de doenças foi realizado através da aplicação semanal de calda bordalesa (2,5 g L<sup>-1</sup>).

Os frutos foram colhidos quando em estágio uniforme de maturação (completamente vermelhos) e classificados conforme as Normas de Classificação do Ceagesp (2000), em frutos normais e com defeito.

Foram avaliadas o número de frutos normais e com defeito, massa total dos frutos normais e com defeito, massa média dos frutos normais, diâmetro longitudinal e transversal dos frutos normais, produtividade total de frutos e produtividade de frutos normais, sendo essas duas variáveis avaliadas por cacho e por planta.

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 Genes (Cruz, 2013).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre espaçamento, nível de desfolha e cacho para as variáveis massa total de frutos e massa dos frutos normais (Tabela 1) e produtividade total de frutos por cacho e produtividade de frutos normais por cacho (Tabela 2).

Para o espaçamento de 0,30 m entre plantas, os tratamentos de desfolha, independentemente do nível, quando realizados antes da colheita do primeiro cacho (B e C), apresentaram maior massa total de frutos e massa de frutos normais, mesmo não diferindo do tratamento sem desfolha. Para o espaçamento de 0,50 m entre plantas, o tratamento de desfolha após a colheita do primeiro cacho (D) e o sem desfolha (A) mostraram-se mais satisfatórios, visto que a massa total de frutos e a massa de frutos normais foram maiores. Esse resultado reforça a hipótese de que as folhas basais, em condições de maior competição entre plantas por luz, podem agir como um dreno de fotoassimilados. Vale ressaltar que na massa total de frutos

**Tabela 1.** Massa total dos frutos (MTF) e massa dos frutos normais (MFN) em função do espaçamento (ESP), do nível de desfolha (DESF) e do cacho

| ESP    | DESF | MTF<br>-----g----- |            |            |             |            |            |
|--------|------|--------------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
|        |      | Cacho              |            |            |             |            |            |
|        |      | 1º                 | 2º         | 3º         | 4º          | 5º         | 6º         |
| 0,30   | A    | 544,9 abAß         | 475,0 aAa  | 284,6 aAß  | 295,7 aAß   | 254,3 aAß  | 291,1 aAa  |
|        | B    | 769,4 aAa          | 460,6 aBa  | 360,0 aBa  | 400,4 aBa   | 392,5 aBa  | 329,3 aBa  |
|        | C    | 595,5 abAa         | 598,7 aAa  | 342,9 aABa | 276,2 aBa   | 317,2 aABa | 428,6 aABa |
|        | D    | 376,7 bAß          | 418,2 aAß  | 322,6 aAß  | 331,2 aAa   | 367,5 aAa  | 393,6 aAa  |
| CV (%) |      | 34,57              |            |            |             |            |            |
| ESP    | DESF | MFN<br>-----g----- |            |            |             |            |            |
|        |      | Cacho              |            |            |             |            |            |
|        |      | 1º                 | 2º         | 3º         | 4º          | 5º         | 6º         |
| 0,30   | A    | 809,8 abAa         | 654,1 aABa | 530,4 aABa | 688,5 aABa  | 539,3 aABa | 449,7 aBa  |
|        | B    | 731,3 bAa          | 542,4 aABa | 397,7 aBa  | 330,6 bBa   | 419,8 aBa  | 450,8 aABa |
|        | C    | 738,7 bAa          | 508,1 aABa | 357,8 aBa  | 416,0 bBa   | 478,6 aABa | 370,1 aBa  |
|        | D    | 1020,6 aAa         | 773,5 aABa | 551,4 aBCa | 366,2 bCa   | 491,4 aBCa | 582,7 aBCa |
| CV (%) |      | 34,57              |            |            |             |            |            |
| ESP    | DESF | MTF<br>-----g----- |            |            |             |            |            |
|        |      | Cacho              |            |            |             |            |            |
|        |      | 1º                 | 2º         | 3º         | 4º          | 5º         | 6º         |
| 0,30   | A    | 510,2 abAß*        | 390,9 baAß | 262,4 aABa | 215,0 aBß   | 170,2 aBß  | 174,0 aBa  |
|        | B    | 765,0 aAa          | 433,4 aBa  | 346,4 aBa  | 340,4 aBa   | 303,7 aBa  | 223,0 aBa  |
|        | C    | 590,3 aAa          | 588,8 aAa  | 317,7 aABa | 221,3 aBa   | 225,2 aBa  | 314,8 aABa |
|        | D    | 357,8 bAß          | 398,1 aAß  | 284,3 aAß  | 264,1 aAa   | 273,8 aAa  | 306,9 aAa  |
| CV (%) |      | 34,57              |            |            |             |            |            |
| ESP    | DESF | MFN<br>-----g----- |            |            |             |            |            |
|        |      | Cacho              |            |            |             |            |            |
|        |      | 1º                 | 2º         | 3º         | 4º          | 5º         | 6º         |
| 0,50   | A    | 783,1 abAa         | 630,2 aABa | 440,9 aBCa | 586,6 aABCa | 405,3 aBCa | 311,4 aCa  |
|        | B    | 718,5 bAa          | 519,0 aABa | 372,3 aBCa | 248,2 bBCa  | 258,2 aBCa | 234,6 aCa  |
|        | C    | 731,9 bAa          | 484,2 aABa | 327,8 aBa  | 348,1 abBa  | 386,3 aBa  | 255,9 aBa  |
|        | D    | 987,3 aAa          | 719,2 aABa | 504,6 aBCa | 244,8 bCa   | 354,9 aCa  | 398,8 aCa  |
| CV (%) |      | 38,59              |            |            |             |            |            |

\*Letras minúsculas iguais não diferem entre si quanto ao nível de desfolha, letras maiúsculas iguais não diferem entre si em relação ao cacho, letras gregas iguais não diferem entre si quanto ao espaçamento, pelo teste de Tukey (p>0,05); ESP – espaçamento entre plantas de 0,30 e 0,50 m e entrelinhas de 1,0 m; DESF – níveis de desfolha basal das plantas, sendo: A – sem desfolha basal (0%); B – retirada de 50% das folhas basais no início da formação do primeiro cacho; C – retirada de 100% das folhas basais no início da formação do primeiro cacho; D – retirada de 100% das folhas basais após a colheita completa do primeiro cacho.

**Tabela 2.** Produtividade de frutos total (PFT) e produtividade de frutos normais por cacho (PCFN) em função do espaçamento, do nível de desfolha e do cacho

| ESP    | DESF | PFT<br>----- t ha <sup>-1</sup> -----  |            |           |            |           |            |
|--------|------|--|------------|-----------|------------|-----------|------------|
|        |      | Cacho                                  |            |           |            |           |            |
|        |      | 1º                                     | 2º         | 3º        | 4º         | 5º        | 6º         |
| 0,30   | A    | 15,14 bcAa                             | 13,19 aABa | 7,91 aBa  | 7,07 aBa   | 7,06 aBa  | 8,08 aBa   |
|        | B    | 21,37 aAa                              | 12,76 aBa  | 10,00 aBa | 10,91 aBa  | 10,91 aBa | 9,15 aBa   |
|        | C    | 16,54 abAa                             | 16,63 aAa  | 9,53 aBa  | 8,81 aBa   | 8,81 aBa  | 11,91 aABa |
|        | D    | 10,46 cAβ                              | 11,62 aAa  | 9,20 aAa  | 10,21 aAa  | 10,21 aAa | 10,94 aAa  |
| CV (%) |      | 34,11                                  |            |           |            |           |            |
| ESP    | DESF | PCFN<br>----- t ha <sup>-1</sup> ----- |            |           |            |           |            |
|        |      | Cacho                                  |            |           |            |           |            |
|        |      | 1º                                     | 2º         | 3º        | 4º         | 5º        | 6º         |
| 0,30   | A    | 13,50 aAa                              | 10,90 aAa  | 8,84 aAa  | 11,48 aAa  | 8,99 aAa  | 7,50 aAa   |
|        | B    | 12,19 aAβ                              | 9,04 aABa  | 6,63 aABa | 5,51 bBβ   | 6,99 aABa | 7,51 aABa  |
|        | C    | 12,31 aAa                              | 8,47 aABβ  | 5,96 aBa  | 6,93 abABa | 7,98 aABa | 6,17 aABβ  |
|        | D    | 17,01 aAa                              | 12,89 aABa | 9,20 aBCa | 6,10 abCa  | 8,19 aBCa | 9,71 aBCa  |
| CV (%) |      | 37,53                                  |            |           |            |           |            |
| ESP    | DESF | PFT<br>----- t ha <sup>-1</sup> -----  |            |           |            |           |            |
|        |      | Cacho                                  |            |           |            |           |            |
|        |      | 1º                                     | 2º         | 3º        | 4º         | 5º        | 6º         |
| 0,30   | A    | 14,17 bcAa                             | 10,86 bABa | 7,29 aBCa | 5,97 aBCa  | 4,73 aCa  | 4,83 aCa   |
|        | B    | 21,25 aAa                              | 12,04 abBa | 9,62 aBa  | 9,46 aBa   | 8,44 aBa  | 6,19 aBa   |
|        | C    | 16,39 abAa                             | 16,36 aAa  | 8,83 aBa  | 6,15 aBa   | 6,25 aBa  | 8,78 aBa   |
|        | D    | 9,94 cAβ                               | 11,06 abAa | 7,89 aAa  | 7,34 aAa   | 7,61 aAa  | 8,53 aAa   |
| CV (%) |      | 37,53                                  |            |           |            |           |            |
| ESP    | DESF | PCFN<br>----- t ha <sup>-1</sup> ----- |            |           |            |           |            |
|        |      | Cacho                                  |            |           |            |           |            |
|        |      | 1º                                     | 2º         | 3º        | 4º         | 5º        | 6º         |
| 0,50   | A    | 13,05 aAa                              | 10,51 aABa | 7,35 aABa | 9,78 aABa  | 6,76 aBa  | 5,19 aBa   |
|        | B    | 11,98 aAβ                              | 8,65 aABa  | 6,21 aABa | 4,14 bBβ   | 4,31 aBβ  | 3,91 aBa   |
|        | C    | 12,20 aAβ                              | 8,07 aABβ  | 5,47 aBa  | 5,80 abBa  | 6,44 aABa | 4,27 aBβ   |
|        | D    | 16,46 aAa                              | 11,99 aABa | 8,41 aBCa | 4,08 bCa   | 5,92 aCa  | 6,65 aBCa  |
| CV (%) |      | 37,53                                  |            |           |            |           |            |

\*Letras minúsculas iguais não diferem entre si quanto ao nível de desfolha, letras maiúsculas iguais não diferem entre si em relação ao cacho, letras gregas iguais não diferem entre si quanto ao espaçamento, pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ); ESP – espaçamento entre plantas de 0,30 e 0,50 m e entrelinhas de 1,0 m; DESF – níveis de desfolha basal das plantas, sendo: A – sem desfolha basal (0%); B – retirada de 50% das folhas basais no início da formação do primeiro cacho; C – retirada de 100% das folhas basais no início da formação do primeiro cacho; D – retirada de 100% das folhas basais após a colheita completa do primeiro cacho.

por cacho estão incluídos também os frutos com defeito. No entanto, a maior massa nesse caso foi alcançada com frutos não comerciais, o que não é de interesse econômico.

Ainda considerando a tabela 1 verifica-se que os primeiros cachos possuíram maior massa total de frutos e maior massa de frutos normais quando retiradas as folhas antes da colheita do primeiro cacho (tratamentos B e C) no espaçamento de 0,30 m entre plantas. No espaçamento de 0,50 m entre plantas, apesar de ela não ter diferido estatisticamente, ocorreu uma redução na massa total de frutos dos cachos iniciais para os cachos posteriores. Apenas no último cacho houve um acréscimo na massa total de frutos, o que, provavelmente, deve-se a um maior número de frutos nesses cachos finais (Tabela 1). De acordo com Streck et al. (1998), 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.

Em relação aos espaçamentos, o espaçamento de 0,50 m entre plantas resultou em maior incremento tanto na massa total dos frutos quanto na massa de frutos normais. O manejo da densidade de plantio interfere no equilíbrio entre o crescimento vegetativo e o reprodutivo da planta de tomate, já que afeta a penetração da radiação solar no interior do dossel vegetativo e, consequentemente, a fotossíntese. Modificações na força das fontes, através de uma alteração na densidade de plantio ou do aumento da disponibilidade de radiação afetam indiretamente a distribuição de matéria seca entre os órgãos da planta (Duarte e Peil, 2010).

De acordo com Larcher (2000), 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 CO<sub>2</sub> atmosférico e da área foliar. Dessa forma, o aumento da densidade de plantas causa uma redução da área foliar por planta e aumento do sombreamento, sendo de se esperar que a massa fresca dos

frutos diminua com o aumento da densidade de plantas, o que é observado na tabela 1.

Segundo Larcher (2000), com o aumento do índice de área foliar há uma maior disponibilidade de superfície fotossinteticamente ativa, podendo ocorrer um aumento da taxa de produção de maneira correspondente. No entanto, quando as plantas estão muito próximas umas das outras há um intenso autossombreamento das superfícies de assimilação e a radiação que atravessa a folhagem em muitos pontos não é mais suficiente para manter um balanço positivo de carbono.

Ao se observarem os valores de massa total de frutos (Tabela 1), pode-se perceber que os cachos localizados na parte superior do dossel não tiveram sua massa afetada, ao passo que a massa total de frutos no primeiro cacho foi diretamente influenciada pelo espaçamento entre plantas. Observa-se o efeito do maior espaçamento na incidência de radiação solar apenas nos cachos iniciais da planta, não havendo efeito nos cachos localizados na porção superior da planta. A pequena diferença encontrada para a massa total de frutos nos cachos da parte superior da planta em relação ao primeiro cacho demonstra os benefícios proporcionados pelo tutoramento vertical de plantas, principalmente em relação à melhor distribuição da radiação solar ao longo do dossel das plantas.

Os resultados do presente trabalho estão de acordo com os de Wamser et al. (2007), que supõem que a penetração da radiação solar no dossel das plantas e, consequentemente, a atividade fotossintética das plantas são pouco afetadas pela redução do espaçamento, contribuindo ainda com uma quantidade satisfatória de fotoassimilados para o crescimento dos frutos. Larcher (2000) salienta que a produção da planta é tão maior quanto maior for a quantidade de radiação interceptada e absorvida pelas superfícies assimiladoras.

A produtividade, em geral, foi maior no menor espaçamento. Mueller e Wamser (2009) citam que os rendimentos de tomate por área aumentam com a redução do espaçamento até determinado valor, enquanto a produção por planta, o número de frutos por planta e a massa média dos frutos diminuem.

Na tabela 2 podemos observar que no espaçamento de 0,30 m entre plantas, para a maioria dos cachos, a produtividade de frutos normais foi maior nos tratamentos submetidos à desfolha. Isso reforça a tese de que as folhas nesse momento do ciclo não têm mais efeito de fonte, mas sim de dreno. Radin et al. (2003) observou que todos os tratamentos com desfolhamento conduziram a um aumento no rendimento final da cultura do tomateiro de hábito de crescimento indeterminado.

O mesmo resultado não acontece para o espaçamento de 0,50 m entre plantas. Nesse espaçamento, as folhas baixas parecem ter uma influência até o quarto cacho, perdendo seu poder de fonte para os cachos superiores. Isso se deve ao fato

de essas folhas ainda serem fotossinteticamente ativas nesse espaçamento, contribuindo para o tamanho dos frutos, e consequentemente, para a produtividade.

Para Kinet e Peet (2002), a produtividade é positivamente relacionada à quantidade de radiação solar recebida pela planta de tomate durante todo seu ciclo. Além disso, o sombreamento reduz o tamanho dos frutos. Para esses autores, maiores massas de frutos foram obtidas quando a luz foi aplicada no momento inicial de formação do fruto até o início da maturação, que é o período de rápido crescimento do fruto. Isso é observado na tabela 2, onde o maior espaçamento entre plantas, em que a luz se distribuiu melhor em todo o dossel do cultivo, apresentou maior incremento em produtividade.

A produtividade total de frutos e a produtividade de frutos normais também foram influenciadas pelos espaçamentos, níveis de desfolha e cachos. Para ambas produtividades, os maiores valores foram observados no menor espaçamento entre plantas (Tabela 2). Esses resultados concordam com os obtidos por diversos autores (Machado et al., 2007; Streck et al., 1998). A competição entre plantas no plantio mais adensado parece ser compensada pelo maior número de plantas por área.

No espaçamento de 0,30 m entre plantas, a produtividade total não foi afetada pela remoção das folhas baixas. Pelo contrário, maiores produtividades foram obtidas no primeiro cacho quando retiradas as folhas baixas da planta durante a formação do primeiro cacho, independente do nível (50% ou 100%).

No espaçamento de 0,50 m entre plantas, a remoção das folhas baixas da planta antes da formação do primeiro cacho proporcionou menor produtividade total, apesar de ela não ter diferido estatisticamente da dos demais tratamentos. Isso reforça a proposição de Peluzio et al. (1999), que diz que as folhas baixas tendem a ser importantes na formação dos primeiros cachos e que sua remoção pode afetar a produtividade final da planta.

A produtividade de frutos normais teve basicamente o mesmo comportamento da produtividade total de frutos. A maior diferença foi observada no segundo cacho, sob o menor espaçamento (0,30 m). Nessas condições, a produtividade total de frutos não foi influenciada pelos tratamentos de desfolha, porém a produtividade de frutos normais foi maior nos tratamentos onde houve a desfolha, independente do nível. Isso indica que sob essas condições, apesar de não terem influenciado na produtividade total, os tratamentos de desfolha proporcionaram maior produtividade de frutos “comerciais”, que vão efetivamente gerar retorno econômico para o produtor.

De forma geral, nos cachos iniciais, principalmente no primeiro cacho, houve um aumento na produtividade quando houve a remoção das folhas, independentemente do nível, antes da formação do primeiro cacho. Essas folhas



não oferecem contribuição fotossintética para incrementos na produtividade quando sombreadas.

Foi verificada interação entre os sistemas de desfolha e o espaçamento em que as plantas foram dispostas para: diâmetro transversal e longitudinal dos frutos, massa média dos frutos normais, número de frutos normais e número total de frutos (Tabela 3).

Para a variável diâmetro transversal dos frutos não houve diferença entre os níveis de desfolha no espaçamento de 0,30 m entre plantas. Porém, no espaçamento de 0,50 m, os tratamentos em que houve a desfolha, independente do nível, se sobressaíram aos tratamentos onde não foi realizada a retirada das folhas baixas, apesar dos tratamentos de desfolha parcial e desfolha total antes da colheita do primeiro cacho (B e C) não terem diferido do tratamento sem desfolha.

Ao comparar os espaçamentos dentro dos tratamentos de desfolha observamos que no tratamento em que a retirada das folhas baixas foi realizada após a colheita do primeiro cacho (D) os frutos tiveram maior diâmetro transversal no espaçamento de 0,50 m entre plantas. O mesmo foi observado para o diâmetro longitudinal dos frutos. Em condições de adensamento, as plantas competem mais por luz e direcionam um maior gasto de energia aos processos de crescimento celular, com menor translocação de açúcares para os frutos, resultando numa diminuição do diâmetro do fruto (Carvalho e Tessarioli Neto, 2005).

O diâmetro longitudinal, quando sob menor espaçamento entre plantas (0,30 m), foi maior nos tratamentos sem desfolha e com 50 e 100% de desfolha antes da colheita do primeiro cacho, apesar de esse último não ter diferido do tratamento onde a desfolha foi realizada após a colheita do primeiro cacho. Para o maior espaçamento, os tratamentos de desfolha total antes e após a colheita do primeiro cacho e o tratamento sem desfolha proporcionaram maior diâmetro.

Isso demonstra que sob plantio mais adensado a competição por fotoassimilados começa logo no início do desenvolvimento da planta e dos frutos. De acordo com Larcher (2000), uma cobertura vegetal fechada funciona

como um sistema de assimilação no qual as camadas de folhas estão sobrepostas e se sombreiam mutuamente. A cada profundidade da cobertura vegetal, a radiação que penetra é interceptada e utilizada gradualmente, estando quase totalmente absorvida na superfície do solo.

A massa média dos frutos normais sofreu influência dos tratamentos de desfolha. O tratamento sem desfolha (A) e o com desfolha parcial (B) apresentaram as maiores massas médias para os frutos normais quando sob o espaçamento de 0,30 m entre plantas (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Marcano (1996), trabalhando com o efeito de níveis de desfolha sobre o número e massa dos frutos de tomateiro de hábito de crescimento determinado, observando que essas variáveis foram afetadas pela época em que ocorreu o desfolhamento e pela sua intensidade.

Para o espaçamento de 0,50 m entre plantas, o tratamento sem desfolha (A) e o tratamento com desfolha após a colheita do primeiro cacho (D) foram os que se sobressaíram em relação à massa média dos frutos normais. Esse resultado está de acordo com o obtido por Marcano (1996), trabalhando com tomate tipo salada, em que o menor nível de desfolha proporcionou maior massa média de frutos. Para a desfolha total, realizada após a remoção do primeiro cacho (D), as folhas foram fonte para esse cacho, enquanto a planta ainda não se autossombreava. A partir do momento em que a parte superior da planta sombreou as folhas baixas, a remoção dessas foi favorável, proporcionando uma massa 15% superior ao tratamento onde não houve a retirada dessas folhas.

Constatou-se redução significativa no número de frutos normais e no número total de frutos por planta quando se reduziu o espaçamento entre plantas de 0,50 m para 0,30 m, para a maioria dos tratamentos de desfolha. Essa queda na produção individual das plantas, quando sujeitas a maiores populações, é atribuída à distribuição de assimilados, que é modificada como uma resposta a uma competição que ocorre (Machado et al., 2007).

Em relação aos níveis de desfolha no espaçamento de 0,30 m entre plantas, essa foi favorável para o número de

**Tabela 3.** Diâmetro transversal dos frutos normais (DTN), diâmetro longitudinal dos frutos normais (DLN), massa média dos frutos normais (MMFN), número de frutos normais (NFN) e número total de frutos (NTF) por cacho, em função do espaçamento entre plantas e do nível de desfolha na base da planta

| Desf   | DTN          |          | DLN      |          | MMFN        |          | NFN     |          | NTF     |           |
|--------|--------------|----------|----------|----------|-------------|----------|---------|----------|---------|-----------|
|        | -----mm----- |          |          |          | -----g----- |          |         |          |         |           |
|        | Espaçamento  |          |          |          |             |          |         |          |         |           |
|        | 0,30         | 0,50     | 0,30     | 0,50     | 0,30        | 0,50     | 0,30    | 0,50     | 0,30    | 0,50      |
| A      | 45,0 aA      | 44,1 bA  | 54,8 aA  | 52,0 abA | 61,5 abA    | 62,3 abA | 4,64 bB | 8,24 aA  | 7,35 aB | 11,18 aA  |
| B      | 44,9 aA      | 44,3 abA | 54,4 aA  | 51,4 bA  | 64,3 aA     | 58,7 aB  | 6,29 aA | 6,66 bA  | 8,37 aB | 9,94 abA  |
| C      | 44,5 aA      | 44,6 abA | 52,5 abA | 51,7 abA | 58,9 abA    | 57,4 bA  | 6,36 aA | 7,26 abA | 8,42 aA | 9,38 bA   |
| D      | 43,5 aB      | 46,5 aA  | 49,0 bB  | 55,9 aA  | 50,2 bB     | 71,5 aA  | 6,15 aB | 7,39 abA | 8,92 aB | 10,31 abA |
| CV (%) | 7,48         |          | 12,63    |          | 29,90       |          | 30,69   |          | 26,72   |           |

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem quanto ao nível de desfolha e médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem quanto ao espaçamento, pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ); Desf. – níveis de desfolha; A – tratamento sem desfolha basal (0%); B – retirada de 50% das folhas basais no início da formação do primeiro cacho; C – retirada de 100% das folhas basais no início da formação do primeiro cacho; D – retirada de 100% das folhas basais após a colheita completa do primeiro cacho.

**Tabela 4.** Diâmetro transversal de frutos normais (DTN), diâmetro longitudinal de frutos normais (DLN), massa média de frutos normais (MMFN), massa dos frutos com defeito (MFD), número de frutos com defeito (NFD) e número de frutos normais (NFN) em função do cacho

| Cacho         | DTN          | DLN          | MMFN         | MFD          | NFD          | NFN          |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|               | -----mm----- |              | -----g-----  |              |              |              |
| 1º            | 47,8 a       | 55,7 ab      | 81,9 a       | 17,8 d       | 0,82 c       | 8,21 a       |
| 2º            | 46,3 ab      | 52,1 bcd     | 70,4 a       | 33,3 d       | 1,23 c       | 7,41 a       |
| 3º            | 44,2 bc      | 48,6 d       | 48,3 b       | 36,4 cd      | 1,51 bc      | 7,59 a       |
| 4º            | 43,5 c       | 50,2 cd      | 52,9 b       | 79,5 bc      | 2,90 b       | 5,97 b       |
| 5º            | 43,4 c       | 53,0 abc     | 52,1 b       | 110,3 ab     | 4,49 a       | 5,87 b       |
| 6º            | 42,9 c       | 56,7 a       | 58,1 b       | 134,5 a      | 5,19 a       | 4,71 b       |
| <b>CV (%)</b> | <b>7,47</b>  | <b>12,63</b> | <b>29,90</b> | <b>78,37</b> | <b>66,86</b> | <b>30,69</b> |

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ); Cacho: segue a ordem de emissão na planta, sendo “1” o primeiro cacho a surgir e “6” o último cacho.

frutos normais, independente da intensidade e do momento de sua realização. Já para o espaçamento de 0,50 m entre plantas, a desfolha não foi favorável, demonstrando que essas folhas baixas ainda têm alguma influência quando não são sombreadas. Esse mesmo resultado foi obtido para número total de frutos nessas mesmas condições. Já para o espaçamento de 0,30 m entre plantas não houve diferença significativa entre os níveis de desfolha da planta para esta variável.

Não houve interação entre cachos e os demais tratamentos para as variáveis diâmetro transversal e longitudinal de frutos normais, massa média de frutos normais, massa dos frutos com defeito, número de frutos com defeito e número de frutos normais, sendo esse fator estudado isoladamente (Tabela 4).

O diâmetro transversal dos frutos decresceu de acordo com a posição do cacho na planta, ou seja, os frutos dos primeiros cachos apresentaram maior diâmetro transversal do que os frutos a partir do terceiro cacho.

Para diâmetro longitudinal não houve uma relação direta entre a medida e a posição do cacho na planta. Segundo Bertin (1995), isso se deve ao fato de um maior número de frutos com defeito estar presente nos cachos superiores, afetando diretamente seu desenvolvimento e fazendo com que os frutos não apresentassem um crescimento uniforme entre os diferentes cachos. Observando a tabela 4 verifica-se que à medida que se eleva a posição do cacho na planta ocorre uma diminuição no número de frutos normais. Os resultados mostram claramente que a força de dreno do fruto depende da posição do cacho na planta. Esse resultado segue o proposto por Bertin (1995), que salienta que um maior número de frutos com defeito está presente nos cachos superiores.

A massa dos frutos com defeito foi maior nos cachos localizados na parte superior da planta, sendo maior no cacho seis e menor no cacho um. Esses dados podem ser comparados ao número de frutos com defeito, sendo que esse número foi maior para o cacho seis e menor para o cacho um, mantendo uma tendência de aumento do número de frutos com defeito quanto mais tarde surgir o cacho.

Maiores valores de massa média dos frutos normais foram obtidos para os primeiros cachos, mas esse valor vai decrescendo à medida que surgem novos cachos na planta. De acordo com Bertin (1995), os cachos iniciais não competem por fotoassimilados como os cachos que surgem posteriormente. Nos frutos que surgem inicialmente não ocorre diminuição na oferta de fotoassimilados, pois são os únicos drenos a serem supridos. Ocorre uma diminuição na oferta de fotoassimilados à medida que aumenta a carga de frutos, fazendo com que haja um menor aporte de massa nos frutos dos cachos superiores.

#### 4. CONCLUSÃO

O espaçamento de 0,30 m entre plantas é mais satisfatório para as características produtivas do tomateiro quando retiradas as folhas baixas.

A remoção das folhas baixas é favorável para as características produtivas quando há maior densidade de plantas e deve ser realizada antes da formação dos primeiros cachos. Para plantas mais espaçadas, as folhas baixas exercem influência nessas características, não sendo recomendada sua remoção durante a formação do primeiro cacho, mas sim após a sua colheita.

A desfolha é uma prática que pode ser utilizada para aumentar o arejamento no dossel da cultura sem prejudicar a produção do tomateiro em ambiente protegido, podendo trazer vantagens quanto ao aumento do aproveitamento da luminosidade e à menor incidência de doenças.

#### REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M.A.R. Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 400p.
- BERTIN, N. Competition for assimilates and fruit position affect fruit set in indeterminate greenhouse tomato. *Annals of Botany*, v.11, p.66-65, 1995.



- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000400025>
- CEAGESP. Centro de Qualidade em Horticultura. Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura. Normas de classificação do tomate. São Paulo, 2000. (CQH Documentos, 26)
- CRUZ, C.D. Genes – A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, v.35, p.271-276, 2013.
- DAREZZO, R.J.; AGUIAR, R.L.; AGUILERA, G.A.H.; ROZANE, D.E.; SILVA, D.J.H. Cultivo em ambiente protegido: histórico, tecnologias e perspectivas. Viçosa: UFV, 2004. 331p.
- DUARTE, T.S.; PEIL, R.M.N. Relações fonte: dreno e crescimento vegetativo do meloeiro. *Horticultura Brasileira*, v.28, p.271-276, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000300005>
- GUIMARÃES, M.A.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; CALIMAN, F.R.B.; LOOS, R.A.; STRINGHETA, P.C. Produção e sabor dos frutos de tomateiro submetidos a poda apical e de cachos florais. *Horticultura Brasileira*, v.25, p.265-269, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362007000200027>
- KINET, J.M.; PEET, M.M. Tomato. In: WIEN, H.C. The physiology of vegetable crops. Itaca – NY: Cabi Publishing, 2002. p.207-259.
- LARCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. Tradução C.H.B.A. Prado. São Carlos: Rima, 2000. 531p.
- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362007000200004>
- MARCANO, R. Efecto de diferentes niveles de defoliación artificial sobre los rendimientos del tomate, en diferentes etapas de crecimiento del cultivo. *Agronomía Tropical*, v.2, p.209-217, 1996.
- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000400018>
- MONTEIRO, C.D.; BALBI, M.E.; MIGUEL, O.G.; PENTEADO, P.T.P.S.; HARACEMIV, S.M.C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. *Revista Alimentos e Nutrição*, v.19, p.25-31, 2008.
- MUELLER, S.; WAMSER, A.F. Combinação da altura de desponte e do espaçamento entre plantas de tomate. *Horticultura Brasileira*, v.27, p.64-69, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362009000100013>
- PELUZIO, J.M.; CASALI, V.W.D.; LOPES, N.F.; MIRANDA, G.V.; SANTOS, G.R. Comportamento da fonte e do dreno em tomateiro após a poda apical acima do quarto cacho. *Ciência e Agrotecnologia*, v.23, p.510-514, 1999.
- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2003000900001>
- RESENDE, G.M.; COSTA, N.D. Produção e qualidade do melão em diferentes densidades de plantio. *Horticultura Brasileira*, v.21, p.690-693, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362003000400024>
- SILVA, L.J.; MILAGRES, C.C.; SILVA, D.J.H.; NICK, C.; CASTRO, J.P.A. Basal defoliation and their influence in agronomic and phytopathological traits in tomato plants. *Horticultura Brasileira*, v.29, p.377-381, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362011000300020>
- 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, p.1105-1112, 1998.
- TRANI, P.E.; CARRIJO, O.A. Fertirrigação em hortaliças. Campinas: Instituto Agrônomo, 2004. 53 p. (Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 196)
- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362007000200021>