

FORÇA REQUERIDA PARA O DESPRENDIMENTO DE FRUTOS DE TOMATE INDUSTRIAL EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agríc.v35n2p293-301/2015>

ELTON F. DOS REIS¹, VANDOR HOLTZ², RÓDNEY F. COUTO³, LUIS H. C. VASCONCELOS⁴, ANDRÉ J. DE CAMPOS⁵

RESUMO: A colheita do tomate destinado ao processamento, atualmente, é feita com colhedoras automotrizes; para isso, são necessários estudos que viabilizem a melhoria destas colhedoras, reduzindo assim perdas no campo. Este trabalho teve como objetivo quantificar a força necessária para o desprendimento do fruto de tomate de seu pedúnculo em diferentes estágios de maturação. O experimento foi realizado na Fazenda Madeira, no Município de Gameleira de Goiás-GO, e no Laboratório de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás. Nas condições de campo, os frutos foram retirados avaliando-se a força de tração no sentido axial do pedúnculo ao fruto e, em laboratório, nos sentidos axial e transversal. O trabalho foi realizado no delineamento experimental inteiramente casualizado, com fator único, com dez repetições. Os tratamentos foram os estágios de maturação, considerando tomates verdes, tomates pintados e tomates maduros. Os resultados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste de F e, quando significativo, o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A força axial média requerida para os desprendimentos foi de 14,69 N, com maior valor para os frutos maduros. Para o esforço transversal, os valores médios foram 0,98; 1,37 e 1,86 N para os frutos verdes, pintados e maduros, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: colheita mecanizada, tomate industrial, *Solanum lycopersicum*.

REQUIRED STRENGTH FOR DETACHMENT OF INDUSTRIAL TOMATO FRUITS IN DIFFERENT STAGES OF MATURITY

ABSTRACT: The harvest of tomatoes for processing is currently done with automotive harvesters, studies are needed for improvement of these harvesters, thus reducing field losses. This study aimed to quantify the strength required for detachment of tomato fruit to its peduncle at different stages of maturation. The experiment was conducted at Fazenda Madeira, in the Municipality of Gameleira Goiás-GO and in the Laboratory of Agricultural Engineering of Universidade Estadual de Goiás. In field conditions, it was evaluated the tensile force in the axial direction of the peduncle to fruit, and, in the laboratory, in the axial direction and transverse. The study was conducted in a completely randomized design, with one factor and ten repetitions. The study was conducted in a completely randomized design with one factor and ten repetitions. The treatments were the stages of maturation, considering green tomatoes, painted tomatoes and ripe tomatoes. The results were subjected to analysis of variance applying the F test when significant, the Tukey test at 5% probability. The average axial force required for detachment was 14.69 N, with greater value for the ripe tomatoes. To the transverse effort the mean values were 0.98, 1.37 and 1.86 N, for green, painted and ripe tomatoes, respectively.

KEYWORDS: mechanized harvesting, processing tomato, *Solanum lycopersicum*.

¹ Engº Agrícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás/Anápolis – GO, Fone: (62) 3328-1156, fialhoreis@ueg.br

² Engº Agrícola, Prof. Mestre, Departamento de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso/Nova Xavantina – MT, vandorholtz@hotmail.com

³ Engº Agrícola, Prof. Mestre, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás/Anápolis – GO, rodneycouto@agricola.eng.br

⁴ Engº Agrícola, Mestre, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás/Anápolis – GO, luishvasconcelos@gmail.com

⁵ Engº Agrônomo, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás/Anápolis – GO, andre.jose@ueg.br

Recebido pelo Conselho Editorial em: 13-8-2014

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 8-10-2014

INTRODUÇÃO

O tomateiro é originário da parte ocidental das Américas Central e do Sul, de onde foi levado para os outros continentes (FERREIRA et al., 2010), sendo um dos vegetais mais cultivados em muitas regiões do mundo, segundo do *ranking* em importância; em primeiro é a batata (OJO et al., 2009). No Brasil, os maiores produtores são os Estados de Goiás, São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco e Bahia, responsáveis por 77% da produção anual de tomate (FREITAS et al., 2011). Com relação ao tomate destinado ao processamento, o maior polo agroindustrial localiza-se no cerrado goiano onde se encontram instaladas 14 das 24 plantas fabris que processam tomate no País (MELO & FONTE, 2010).

Segundo FILGUEIRA (2008), o setor agroindustrial requer um tipo especial de tomate, com frutos que apresentem características mecânicas suscetíveis à resistência ao transporte a granel, aspecto visual com pigmentação vermelha intensa difundida uniformemente pelo tomate e aspecto qualitativo com teores de sólidos solúveis e ácido cítrico adequados. Com a inserção de máquinas colhedoras no processo de produção, também se exige que a maioria dos frutos atinja o ponto de maturação simultaneamente, para que ocorra apenas uma colheita.

O tomate é um fruto altamente perecível, com perdas de até 21% após a colheita (RINALDI et al., 2011), possuindo elevado conteúdo de água, cerca de 90 a 95%, que o torna frágil (ROCHA et al., 2009). De acordo com MENDES et al. (2011), em muitos produtos hortícolas, em poucos minutos após um dano físico, ocorrem aumento da respiração, produção de etileno e outras reações bioquímicas responsáveis por mudanças na coloração, textura e qualidade nutricional. Por isto, a fase de maturação do tomate no momento da colheita, bem como o controle de pré e pós-colheita, são fatores essenciais para garantir a qualidade do fruto (BECKLES, 2012), evitando a entrada de microrganismos patogênicos (RONCHI et al., 2010).

Os danos físicos afetam significativamente as composições química e física do pericarpo e do tecido locular em frutos de tomate (FERREIRA et al., 2009). Desta forma, a colheita no estágio de maturação apropriado determinará a qualidade (DAMATTO JÚNIOR et al., 2010).

De acordo com NESVADBA et al. (2004), as informações sobre as propriedades físicas dos produtos agrícolas são valiosas para geração de modelos de previsão da qualidade e do comportamento dos produtos em pré-colheita, colheita e pós-colheita. Para MELO & VILELA (2005), na seleção de combinações híbridas promissoras para colheita mecanizada, devem ser avaliados a concentração dos sólidos na maturação, o potencial produtivo, o tamanho da rama, a cobertura dos frutos, a firmeza, que permita o transporte dos frutos a granel, a capacidade de permanência dos frutos na planta em condições de campo e o índice de retenção de pedúnculo no fruto. Desta forma, a introdução de novos cultivares, bem como a recombinação da variabilidade genética existente, deve surgir como uma excelente alternativa para a seleção de plantas superiores (MACIEL et al., 2010; SOUZA et al., 2012a).

Para SOUZA et al., (2012b), ampliar o conhecimento sobre a natureza e a magnitude das correlações entre características de uma cultura é de extrema importância para a seleção de uma característica particular que pode aumentar ou reduzir a expressão de outra, dependendo da correlação genética entre elas.

No momento em que a rama contendo os frutos do tomateiro é submetida à trilha, um complexo sistema de forças atua no processo de separação do tomate-pedúnculo. No primeiro instante, quando maior parte da rama ainda se encontra sobre a extremidade final da esteira transportadora, presente no mecanismo de alimentação da colhedora, ocorre o primeiro contato da rama com as hastes do mecanismo de trilha que estão em movimento periódico. Neste instante, devido principalmente à força peso do fruto, sistema fruto-pedúnculo é submetido bruscamente a uma força de tração. Se essa força não provocar a separação do fruto de seu pedúnculo, então a rama com e os tomates são submetidos a vibrações no cilindro rotativo, onde além da força de tração, o sistema fica submetido a esforço de torção.

Assim, além de identificar a maturação ideal dos frutos para a colheita mecanizada, também é necessário identificar quais são as forças necessárias para o desprendimento dos frutos de seu pedúnculo, auxiliando na seleção dos ajustes nos elementos responsáveis pelo desprendimento do fruto pela colhedora, especialmente para diminuir as perdas por esmagamento e de frutos que permanecem presos à rama no momento da trilha.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi quantificar a força necessária para o desprendimento dos frutos de tomate industrial do pedúnculo em diferentes condições de maturação e avaliar metodologias que sejam capazes de quantificar essa força em campo e em laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Madeira, localizada no distrito de Mocambinho, no Município de Gameleira de Goiás. A fazenda encontra-se localizada nas coordenadas geodésicas 16° 22' 15.70" latitude sul e 48° 35' 58.05" longitude oeste, com altitude média de 979 m.

As avaliações foram realizadas em área de 30 ha, cultivada sob pivô central. O solo do local do experimento é classificado como Latossolo Vermelho, com 50% de areia, 10% de silte e 40% de argila.

A cultivar avaliada foi a H9553, com 124 dias de ciclo. Para o transplante, foi adotado o espaçamento de 1,20x0,60 m em linhas dupla e 0,37 m entre plantas. Nos tratamentos culturais, incluíram-se a adubação NPK (4-30-16) na dose de 1.300 kg ha⁻¹ e a distribuição de lâmina de água de 480 mm durante ciclo, além da aplicação de fitossanitários.

Para a classificação dos frutos em tomates verdes, tomates pintados ou de vez e tomates maduros, foi utilizada a avaliação visual da pigmentação da epiderme do tomate, de acordo com a Figura 1.

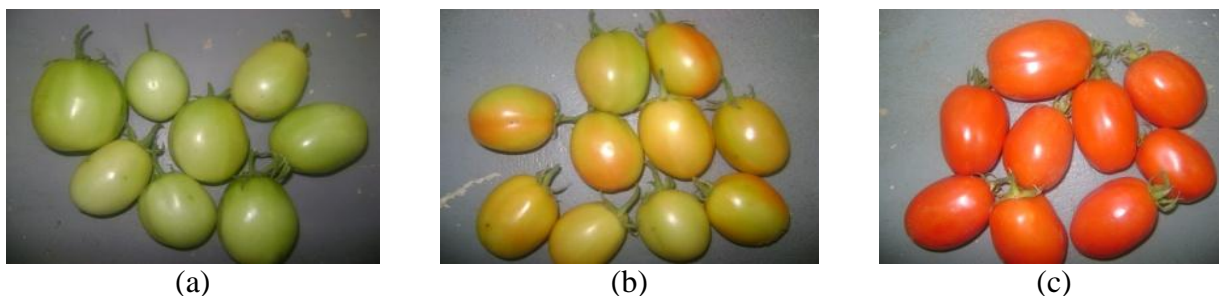


FIGURA 1. Características de coloração dos frutos do tomate industrial para classificação como tomates verdes (a); tomates pintados (b), e tomates maduros(c). **Characteristics of coloring of the industrial tomatoes fruits for classification as green tomatoes (a), painted tomatoes (b) and ripe tomatoes (c).**

Na avaliação em campo, a força necessária para o desprendimento do fruto de seu pedúnculo foi medida em 30 frutos, sendo dez de cada classe, utilizando um aparato mecânico dotado de um sistema em equilíbrio tipo pêndulo (Figura 2a), no qual, em um lado, foi colocado um sistema de garra para o fruto (Figura 2b), e do outro um recipiente para ser preenchido com água. A água depositada no recipiente, até o momento do desprendimento do fruto, gerava uma força/peso, fazendo com que a outra extremidade presa ao tomate sofresse um esforço contrário. No momento em que o fruto era tracionado, a rama do tomateiro era mantida fixa ao solo, tomando-se cuidado para que o fruto não sofresse choques ou torsões. Logo após o desprendimento do fruto, o volume de água depositado foi medido e transformado em massa pela relação com sua massa específica, desprezando-se o efeito da temperatura.

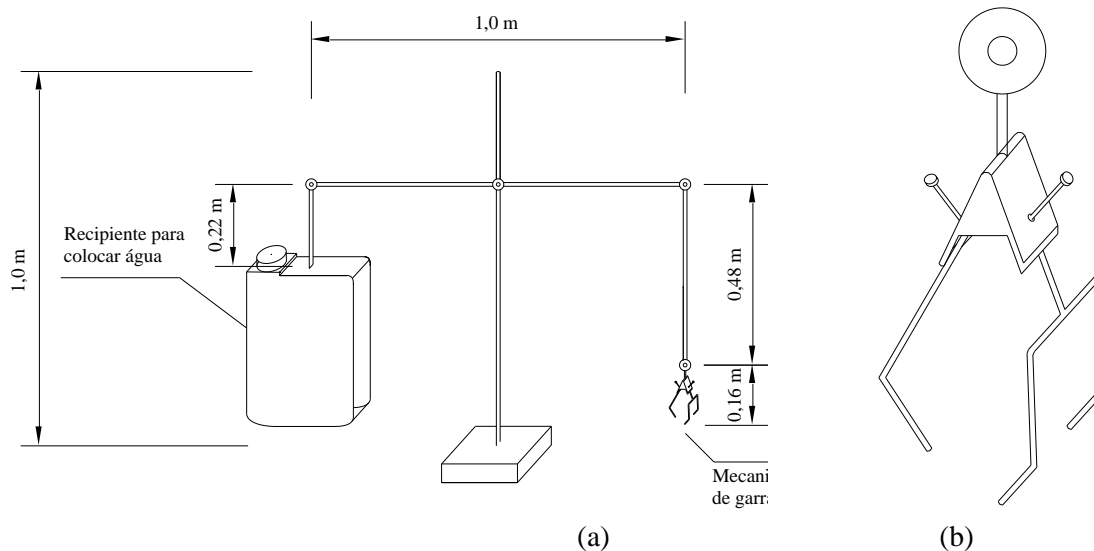


FIGURA 2. Mecanismo de extração do fruto de tomate no campo: (a) mecanismo tipo pêndulo; (b) garra para prender e tracionar o fruto. **Mechanism for extraction of tomato fruit in the field: (a) pendulum mechanism type; (b) grip to hold and pull the fruit.**

Na avaliação realizada em laboratório, anterior à aplicação de força para o desprendimento do pedúnculo, em cada fruto, foram medidos o diâmetro do pedúnculo, o comprimento longitudinal, o diâmetro equatorial do fruto, a massa, o volume e calculada a massa específica.

O diâmetro do pedúnculo, o comprimento longitudinal e o diâmetro equatorial do fruto foram medidos com paquímetro digital, com capacidade de 300 mm e resolução de 0,01mm. A massa de cada fruto foi determinada utilizando balança digital de mesa com capacidade de 320 g e resolução de 0,01 g. O volume foi determinado por deslocamento de água, utilizando uma proveta com capacidade de 1.000 mL graduada em 0,5 mL. A massa específica do fruto foi determinada pela razão entre a massa do fruto e seu volume.

Os frutos para a avaliação em laboratório foram colhidos com aproximadamente 30 mm de seu pedúnculo. Destes frutos, dez de cada classe foram utilizados para quantificar a força necessária para o desprendimento do fruto de seu pedúnculo no sentido axial à direção do pedúnculo e dez de cada classe para quantificar a força transversal. Para medir essas forças, foi utilizada uma Máquina Universal de Ensaio, da marca EMIC, com capacidade de 20.000 N, empregando-se uma célula de carga de 50 N com resolução de 0,01 N.

Para medir a força axial, o fruto foi acomodado em um suporte de látex para evitar torsões ou choques, e o pedúnculo foi preso à garra da máquina (Figura 3a). O ensaio foi realizado com a máquina em velocidade constante de 20 mm min^{-1} até o desprendimento do fruto de seu pedúnculo, sendo anotada força máxima aplicada para cada repetição.

Para medir a força transversal, o pedúnculo com seu fruto foram presos horizontalmente à base da máquina, em seguida foi fixada uma fita de látex na região estilar do fruto, ligada à garra da máquina para medir a força de tração (Figura 3b). Devido à forma geométrica com que a força de tração foi aplicada, a força máxima (FT) aplicada foi decomposta em força horizontal (FTx) e força vertical (FTy).

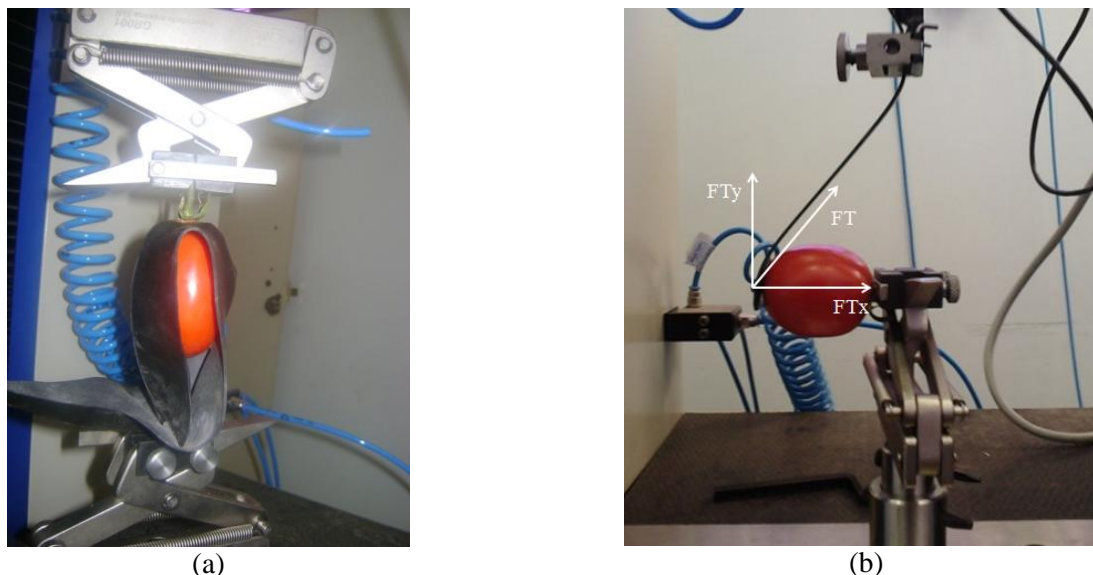


FIGURA 3. Tomate preso à Máquina Universal para medir a força axial (a) e a força transversal (b) para o desprendimento do fruto de seu pedúnculo. **Tomato pinned to Universal machine to measure the axial force (a) and transverse (b) for drop of fruit the peduncle.**

Os dados obtidos para a força de tração em campo e em laboratório foram submetidos à análise de variância individual e à análise de variância conjunta. Em seguida, os resultados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste de F, e quando significativo, suas médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se do Software SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados da análise de variância, foi verificado que o diâmetro do pedúnculo não apresentou diferenças significativas nos estádios de maturação estudados (Tabela 1). O comprimento longitudinal do fruto, o diâmetro equatorial, a massa, o volume do tomate e a massa específica do tomate apresentaram diferenças significativas entre os tomates maduros, pintados e verdes.

TABELA 1. Síntese de análise de variância (quadrado médio), diâmetro do pedúnculo em mm (DP), comprimento longitudinal em mm (CL), diâmetro equatorial em mm (DE), massa em g (MT), volume em cm^3 (VT) e massa específica em g cm^{-3} (ME); e para forças (N) aplicadas para o desprendimento do tomate de seu pedúnculo: Força Axial em Campo (FAC), Força Axial em Laboratório (FAL), Força Resultante Transversal (FRT), para tomates verdes, pintados e maduros. **Summary of analysis of variance (mean square) peduncle diameter in mm (DP), longitudinal length in mm (CL), equatorial diameter in mm (DE), mass in grams (MT), volume in cm^3 (VT) and specific mass in g.cm^{-3} (ME) and forces (N) applied to drop tomato of peduncle: Axial force at field (FAC), axial force in the laboratory (FAL), transverse force resulting (FRT), to green tomatoes, painted and ripe.**

Fonte da variação	Quadrado médio								
	DP	CL	DE	MT	VT	ME	FAC	FAL	FRT
Tratamento	0,12 ^{NS}	372,69**	319,88**	4115,41**	4666,03**	0,017*	31,71**	62,77**	1,92**
Erro	0,12	10,33	6,03	73,12	100,94	0,003	4,96	3,40	0,07
Média	3,50	53,82	42,26	53,37	57,53	0,092	14,698	13,04	1,41
C.V. (%)	9,95	5,97	5,81	16,02	17,46	6,03	15,16	14,15	18,2

NS: não significativo ($P > 0,05$);*: significativo ($P < 0,05$);**: significativo ($P < 0,01$); C.V.: coeficiente de variação.

Para as características dos frutos de tomate industrial (Tabela 2), verifica-se que tomates maduros apresentaram maior comprimento longitudinal, maior diâmetro equatorial, maior massa, maior volume e maior massa específica. Isto pode ser explicado devido a estes frutos receberem suprimento de água suficiente para seu completo desenvolvimento. Para a colheita mecanizada do tomate, o suprimento de água de irrigação é interrompido tão logo a maioria dos frutos atinja a maturação; desta forma, os frutos que ainda estão pintados ou verdes, não completam seu desenvolvimento satisfatoriamente.

Para a massa dos tomates, a diferenciação entre os estádios é mais evidente. Os frutos maduros apresentaram maior massa quando comparados com os frutos pintados e verdes. Trabalhos com tomate industrial encontrados na literatura mostram ampla variação nos valores de massa média de fruto de genótipos de tomateiro, variando desde 30 g até 110,96 g (SCHWARZ et al., 2013; FIGUEIREDO et al., 2012; GALVÃO et al., 2013). A massa do tomate é um relevante componente da produção e sob o ponto de vista comercial, além de ser a melhor maneira de exprimir indiretamente o tamanho do fruto (FERREIRA et al., 2010). Para MACUA et al. (2003), os tomates para processamento industrial devem ter massa superior a 60 g, assim, os tomates pintados e verdes apresentavam condições indesejáveis.

Sobre a massa específica dos frutos, é possível inferir que, após a interrupção na irrigação, os frutos, além de interromperem seu crescimento, comprovado pelos menores valores do comprimento longitudinal, do diâmetro equatorial, da massa e do volume, ainda deixaram de absorver água e nutrientes presentes na solução de solo, que seriam responsáveis por maior acúmulo de matéria seca e água.

TABELA 2. Médias das propriedades do tomate industrial, cultivar ‘H9553’: Diâmetro do Pedúnculo em mm (DP); Comprimento Longitudinal em mm (CL); Diâmetro Equatorial em mm (DE); Massa em g (MT); Volume em mL (VT); Massa Específica em g cm⁻³ (ME), nos estádios de maturação verdes, pintados e maduros. **Means the properties of industrial tomatoes cultivar ‘H9553’: peduncle diameter in mm (DP), longitudinal length in mm (CL), equatorial diameter in mm (DE), mass in grams (MT), volume in ml (VT), density in g cm⁻³ (ME) on maturity stage green, painted and ripe.**

Tratamentos	DP	CL	DE	MT	VT	ME
Verdes	3,42 a	48,68 b	38,17 b	36,70 c	41,1 b	0,88 b
Pintados	3,45 a	52,20 b	39,89 b	47,45 b	49,5 b	0,97 ab
Maduros	3,62 a	60,56 a	48,71 a	75,96a	82,00 a	0,92 a
CV(%)	9,95	5,97	5,81	16,02	17,46	6,03

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para os resultados das forças aplicadas ao pedúnculo até seu desprendimento do fruto, na análise de variância, foram verificadas diferenças significativas tanto no ensaio realizado em campo, como nos realizados em laboratório. Para os tomates maduros, foi necessária a aplicação de maior força de tração, tanto axial como transversal, para promover seu desprendimento. A Tabela 3 apresenta as médias das forças medidas para o desprendimento do fruto de seu pedúnculo. Em todas as condições avaliadas, os frutos maduros apresentaram maiores valores de forças para o desprendimento; logo, os tomates verdes e pintados, que estão em condições indesejáveis para o processamento, serão retirados com mais facilidade pela colhedora em campo.

Estes resultados reafirmam a condição de restrição ao desenvolvimento dos frutos após a interrupção da água de irrigação. A necessidade de aplicação de maiores forças para o desprendimento dos tomates maduros encontra respaldo no fato de que os frutos maduros apresentam maior desenvolvimento de suas estruturas de ligação ao pedúnculo, necessárias para suportar o peso do fruto e a condução de nutrientes. A planta, neste estágio, disponibiliza aporte de nutrientes para o desenvolvimento do pedúnculo, proporcionalmente às necessidades para suportar o fruto, que já apresenta maior quantidade de massa (Tabela 2). Além disso, os frutos pintados e

verdes encontram-se localizados nas partes apicais, o que torna ainda mais restrito o suprimento de nutrientes para o desenvolvimento do pedúnculo e do fruto. A diferença encontrada para a massa específica dos frutos reafirma esta condição.

TABELA 3. Médias dos esforços do tomate industrial, cultivar ‘H9553’: Força Axial em Campo (FAC); Força Axial em Laboratório (FAL); Força Resultante Transversal (FRT); Força Transversal no eixo y (FTy); Força Transversal no eixo x (FTx), e Coeficiente de Variação (CV), para tomates verdes, pintados e maduros. **Means the strain of industrial tomato cultivar ‘H9553’: Axial force at field (FAC), axial force in the laboratory (FAL), transverse force resulting (FRT), transverse force along the y axis (FTY), the transverse force along the x axis (FTx) and coefficient of variation (CV) for the green tomatoes, painted and ripe.**

Tratamentos	FAC	FAL	FRT	FTy	FTx
Verdes	12,839 b	11,685 b	0,988 c	0,929 c	0,335 c
Pintados	14,864 ab	11,511 b	1,378 b	1,285 b	0,497 b
Maduros	16,389 a	15,935 a	1,864 a	1,698 a	0,766 a
CV(%)	15,160	14,150	18,200	17,880	20,920

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quanto aos esforços de desprendimento do pedúnculo do fruto na transversal, em todos os seus tratamentos: verdes, pintados e maduros, apresentaram diferenças nos resultados, com força de tração axial maior do que transversal. A maior demanda de força para a extração dos tomates maduros implica a necessidade de maior amplitude e frequência de vibração e velocidade do sistema de trilha das colhedoras (EMBRAPA, 2006). Assim, é necessário rigoroso controle durante a colheita para evitar danos mecânicos e perdas devido à sensibilidade do fruto (FERREIRA et al., 2006), pois estes causam ferimentos, amassamentos e cortes, que influenciam nos danos fisiológicos e microbiológicos, depreciando o produto (PEREIRA et al., 2010). Esses danos mecânicos são oriundos da compressão e do impacto que o fruto sofre no processo (CHITARRA & CHITARRA, 2005), promovendo cortes, amassamentos e rachaduras que diminuem a qualidade e a concentração de ácidos orgânicos no tomate industrial (MORETTI, 1998).

A partir da análise conjunta, observadas as grandezas do quadrado médio do resíduo de cada experimento, os resultados obtidos no campo foram considerados homogêneos em relação aos do laboratório, de acordo com diferença menor que quatro vezes entre os quadrados médios do resíduo, de acordo com o critério indicado com BOX (1954), como é possível verificar na Tabela 1. Na análise conjunta dos experimentos (Tabela 4), foi verificado que não existe interação entre as condições em que os ensaios foram realizados e os estádios de maturação dos frutos. Assim, as avaliações futuras da força de tração necessária para o desprendimento dos frutos de tomate de seu pedúnculo poderão ser realizadas em campo, de forma mais ágil e com a utilização de aparato mecânico simples.

TABELA 4. Quadro de Análise de Variância conjunta para o ensaio da força de tração axial para o desprendimento do tomate de seu pedúnculo realizado nas condições de campo e em laboratório. **Table of Analysis of Variance for test axial traction force to drop tomato of peduncle performed in conditions at field and laboratory.**

Fonte de variação	Quadrado médio				
	GL	SM	QM	Fc	Pr > Fc
Condição	1	41,039	41,039	9,802	0,0028
Tratamento	2	166,094	83,047	19,836	0,0000
Condição x Tratamento	2	22,883	11,441	2,733	0,0740
Resíduo	54	226,082	4,187	---	---
Total	59	456,099	---	---	---
Coeficiente de Variação (%)	14,75	---	---	---	---

CONCLUSÕES

Os tomates maduros exigiram maior força axial de tração para se desprender de seu pedúnculo. O mesmo ocorreu, quando a força foi aplicada no sentido transversal, contudo com magnitude inferior em praticamente dez vezes.

O método e o aparato mecânico utilizados em campo para avaliar a força de tração axial necessária para o desprendimento do fruto de seu pedúnculo mostraram-se adequados.

REFERÊNCIAS

- BECKLES, D. M. Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.63, n.1, p.129-140. 2012.
- BOX, G. E. P. Some theorems on quadratic forms applied in the study of analysis of variance problems, I. Effect of inequality of variance in the one-way classification. *The Annals of Mathematical Statistics*, Ann Arbor, v.25, p.290-302, 1954.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. *Pós-colheita de frutas e hortaliça: fisiologia e manuseio* 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.
- DAMATTO JR, E. R.; GOTO, G.; RODRIGUES, D. S.; VIVENTINI, M.; CAMPOS, A. J. Qualidade de pimentões amarelos colhidos em dois estádios de maturação. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, Garça, v.17, n.1, p.23-30, 2010.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Cultivo de tomate para industrialização*. Sistemas de Produção, 1. 2. ed. 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/colheita.htm> Acesso em: 15 mar. 2014.
- FIGUEIREDO, A. S. T.; RESENDE, J. T. V.; PAULA, J. T. de; MEERT, L.; DONA, G.; FARIA, M. V. Desempenho de linhagens comerciais e experimentais de tomate determinado na região Centro-Sul do Paraná. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.30, n.2, p.4507-4514, 2012. Suplemento. CD.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S.; KARKLE, E. N. L.; QUADROS, D. A. Q.; TULLIO, L. T.; LIMA, J. J. Qualidade do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.30, n.1, p. 224-230, 2010.
- FERREIRA, M. D.; CAMARGO, G. G. T.; ANDREUCCETTI, C.; MORETTI, C. L. Determinação em tempo real da magnitude de danos físicos por impacto em linhas de beneficiamento e em condições de laboratório e seus efeitos na qualidade de tomate. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.29, n.4, p.630-641, 2009.
- FERREIRA, M. D.; CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; TAVARES, M. Avaliação física do tomate de mesa “romana” durante manuseio na pós-colheita. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 26, n.1, p.321-327, 2006.
- FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. 402 p.
- FREITAS, L. A.; MATA, M. E. R. M.; DUARTE, M. E. M.; FERREIRA, J. C.; SILVA, F. A. S.; NÓBREGA, A. M. M. C. Cinética de desidratação osmótica de tomates com soluções hipertônica contendo compostos aromáticos. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.13, p.337-344, 2011. Número Especial.
- GALVÃO, A. G.; RESENDE, J. T. V.; MORALES, R. G. F.; LUSTOSA, S. B. C.; DIAS, D. M.; MARODIM, J. C. Tomato yield and soil chemical attributes depending on previous

- cover crops. *Horticultura Brasileira*, Vitória da Conquista, v. 31, n.1, p.102-106, 2013.
- MACIEL, G. M.; MALUF, W. R.; SILVA, V. F.; GONÇALVES NETO, A. C.; NOGUEIRA, D. W.; GOMES, L. A. A. Heterose e capacidade de combinação em linhagens de tomateiro ricas em açúcares. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v.34, n.05, p.1161-1167, 2010
- MACUA, J. I., LAHOZ, I., GARNICA, J., SANTOS, A. Tomate de industria. Navarra Agraria, Pamplona, v.136, p.13-22. 2003.
- MELO, P. C. T.; FONTE, L. Representatividade internacional. *Cultivar Hortaliças e Frutas*, Pelotas, n. 63, p. 31, ago. - set. 2010.
- MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.1, p.154-157, 2005.
- MENDES, T. D. C.; SANTOS, J. S. dos; VIEIRA, L. M.; CARDOSO, D. S. C. P.; FINGER, F. L. Influência do dano físico na fisiologia pós-colheita de folhas de taioba. *Bragantia*, Campinas, v.70, n.3, p.682-687, 2011.
- MORETTI, C. L. A injúria mecânica de impacto e seus efeitos sobre a fisiologia pós-colheita e a conservação pós-colheita de tomates. 1998. 134f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- NESVADBA, P.; HOUSKA, M.; WOLF, W.; GEKAS, V.; JARVIS, D.; SADD, P. A. Database of physical properties of agro-food materials. *Journal of Food Engineering*, New York, v.61, n.4, p.497-503. 2004.
- OJO, M. A.; IBRAHIM, O. A.; MOHAMMAD, U. S. Profitability and production function of small scale irrigated tomato production in Niger State, Nigeria. *Continental Journal of Agricultural Economics*, Akure, v.3, p.16-22, 2009.
- PEREIRA, V. M. O.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; QUEIROGA, R. C. F.; SOUSA, J. S.; WANDERLEY, J. A. C. Incidência e frequência de fungos em bananas comercializadas na feira livre de Pombal – PB. *Revista Verde*, Mossoró, v.5, n.3, p. 218-223, 2010.
- RINALDI, M. M.; SANDRI, D.; OLIVEIRA, B. N.; SALES, R. N.; AMARAL, R. D. A. Avaliação da vida útil e de embalagens para tomate de mesa em diferentes condições de armazenamento. *Boletim CEPPA*, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 305 - 316, 2011.
- ROCHA, M. C.; GONÇALVES, L. S. A.; SOARES, A. G.; CARMO, M. G. F. Caracterização física, físico-química e bioquímica de 12 acessos de tomateiro do grupo cereja produzidos sob manejo orgânico. *Horticultura brasileira*, Brasília, v.27, n.2, p.2899-2906. 2009.
- RONCHI, C. P.; SERRANO, L. A. L.; SILVA, A. A.; GUIMARÃES, O. R. Manejo de plantas daninhas na cultura do tomateiro. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v.28, n. 1, p.215-228, 2010.
- SCHWARZ, K.; RESENDE, J. T. V.; PRECZENHAK, A. P.; PAULA, J. T.; FARIA, M. V.; DIAS, D. M. Desempenho agrônomo e qualidade físico-química de híbridos de tomateiro em cultivo rasteiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília v.31, n.3, p.410-418. 2013.
- SOUZA, L. M.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; MELO, P. C. T.; MELO, A. M. T. Diallel cross among fresh market tomato inbreeding lines. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.30, n.02, p.246-251, 2012a.
- SOUZA, L. M.; MELO, P. C. T.; LUDERS, R. R.; MELO, A. M. T. Correlations between yield and fruit quality characteristics of fresh market tomatoes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.30, n.4, p.627-631. 2012b.