

ARTIGO TÉCNICO

CARACTERIZAÇÃO DE DOIS EQUIPAMENTOS DE BENEFICIAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE TOMATES PARA MESA

ANDRÉ T. O. FRANCO¹, MARCOS D. FERREIRA², ANA M. DE MAGALHÃES³,
ANTONIO C. DE O. FERRAZ⁴, MARCELO TAVARES⁵.

RESUMO: No Brasil, nos últimos anos, tem aumentado o beneficiamento e a classificação de frutas e hortaliças em equipamentos. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a etapa de limpeza de dois equipamentos de beneficiamento de tomate de mesa, um nacional e outro importado, instalados na região metropolitana de Campinas - SP. A caracterização foi realizada quanto ao número, tipo e velocidade de rotação das escovas, aplicação de água, tempo de permanência dos frutos e eficiência de limpeza. O tempo de permanência foi mensurado com relação ao tamanho dos frutos, segundo os padrões da CEAGESP. Para mensurar a eficiência, foi desenvolvido um equipamento composto de um anel deslizante envolvido por um pano branco. As amostragens foram realizadas antes e após a etapa de limpeza e avaliadas utilizando colorímetro HUNTER Lab. Por meio dos resultados, observaram-se diferenças entre os dois equipamentos, em que o importado apresentou menor número de escovas, rotações mais baixas e maior consumo de água que o nacional. No equipamento nacional, o tempo de permanência dependeu do tamanho dos frutos, não sendo encontrada essa correlação no equipamento importado, e ambos tiveram a mesma eficiência de limpeza. Conclui-se que a limpeza está relacionada à interação entre os parâmetros estudados, sendo também necessário realizar manutenções nos equipamentos das unidades para a melhoria no funcionamento.

PALAVRAS-CHAVE: *Lycopersicon esculentum* Mill, eficiência de limpeza, tempo de permanência.

CLEANING EFFICIENCY IN PACKING LINES FOR FRESH MARKET TOMATOES

ABSTRACT: On the last years, in Brazil, sorting and classifying fruits and vegetables using packing lines have increased. This work aimed at characterizing the cleaning process for fresh market tomatoes at two packing lines, one imported and one national located at Campinas, São Paulo State. Characterization included data, number, types and brushes velocity, water use, fruit standing time and cleaning efficiency. Standing time was measured correlating to fruit diameter (CEAGESP). For measuring cleaning efficiency an equipment was developed that was mainly composed of a ring involved with white cloth. Samples were taken before and after the cleaning step and evaluated using a colorimeter HUNTER Lab. The results showed a strong difference between the two equipments. The imported equipment showed lower number on brushes and rotation than national one, however a higher water consumption. For imported equipments this relation was not found. Both packing lines showed the same cleaning efficiency. Cleaning efficiency is related to be an interaction among the studies parameters, and it could be necessary a better management than the one used on both equipments.

KEYWORDS: *Lycopersicon esculentum* Mill, cleaning efficiency, standing time.

¹ Estudante de Graduação, Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas - SP. Bolsista IC PIBIC/SAE.

² Pesquisador Colaborador, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas - SP, marcos.ferreira@agr.unicamp.br

³ Eng^a Agrícola, Mestranda, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas - SP.

⁴ Prof. Associado, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas - SP.

⁵ Prof. Adjunto, Faculdade de Matemática, UFU, Uberlândia - MG.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 26-9-2006

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 22-8-2007

INTRODUÇÃO

Os equipamentos nacionais de beneficiamento e classificação surgiram na década de 1970, para o beneficiamento de frutas cítricas e batata, com as primeiras importações ocorrendo somente na década de 1990 com a abertura do mercado nacional (SAKAI, 2004).

Uma linha de beneficiamento e classificação de frutas e hortaliças é composta por diversas etapas, tais como: recebimento, pré-seleção, lavagem, secagem, classificação e embalagem (SARGENT et al., 1992). Esses equipamentos foram desenvolvidos para agilizar o processo de beneficiamento e classificação, bem como padronizar as frutas e hortaliças a serem comercializadas. Com essas alterações, vários produtores de tomate para mesa investiram em máquinas especiais de seleção e classificação, importadas e nacionais, e na montagem de “packing houses”, tornando-se, portanto, atacadistas/distribuidores desse produto ao adquirirem a produção de outros produtores (AGRIANUAL, 2001). No entanto, esses equipamentos precisam ser bem projetados e calibrados para garantir eficiência ao processo.

A limpeza é importante, pois consiste na remoção de partículas de solo e/ou outros materiais estranhos da superfície das frutas e hortaliças (SIGRIST et al., 2002), e deve ser realizada antes de o produto ser embalado para a comercialização (PELEG, 1985). Outro problema é a grande variação do número e da rotação das escovas utilizadas na etapa de limpeza do tomate de mesa. FERREIRA et al. (2005) observaram, em levantamento realizado em cinco galpões de beneficiamento utilizados no beneficiamento de tomates, que o número e a rotação das escovas, no processo de lavagem, variaram de 4 a 19 e de 46 a 168 rpm, respectivamente.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar dois equipamentos de beneficiamento e classificação para tomate de mesa, um de origem nacional e outro importado, e avaliar a eficiência de limpeza dos dois equipamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados em duas unidades de classificação e beneficiamento para tomate de mesa, a primeira localizada em Monte Mor - SP, dotada de equipamento nacional, e a segunda unidade em Elias Fausto - SP, operacionada com equipamento importado.

Caracterização dos equipamentos

A caracterização foi realizada por meio da descrição de parâmetros de funcionamento dos equipamentos, descritos a seguir:

- Dimensões dos roletes: mensurados por meio de fita métrica;
- Número de escovas ou roletes;
- Identificação do material utilizado na confecção das cerdas: classificado como de origem animal, sintética ou vegetal;
- Velocidade de rotação das escovas: número de rotações relativas a um ponto fixo no rolete durante um minuto, marcado com cronômetro de precisão (média de quatro repetições);
- Quantidade de água de lavagem utilizada em cada etapa: o consumo de água foi estimado por meio da mensuração da vazão da água das perfurações do equipamento nacional e dos bicos ejetores do equipamento importado. Um béquer graduado era posicionado na saída de água durante dez segundos marcados em cronômetro de precisão. Depois desse tempo, o béquer era colocado numa superfície plana e horizontal, e a quantidade de água, mensurada. Foram realizadas três medições para cada equipamento, e os dados obtidos são resultados das médias calculadas, e
- Tempo médio de permanência dos frutos: frutos de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivar Carmem foram mensurados transversal e longitudinalmente, utilizando-se de paquímetro digital e classificados conforme as Normas e Padrões de Classificação da CEAGESP (CEAGESP, 2000), em três categorias: pequeno (65-70 mm), médio (70-80 mm) e grande (>80 mm). Para cada categoria, foram avaliados 30 tomates, totalizando 90 frutos. O tempo médio

de permanência dos frutos nas etapas de recepção e limpeza (lavagem, secagem e polimento) foi acompanhado utilizando-se de cronômetro de precisão.

Eficiência do processo de limpeza

Os tomates foram amostrados em duas condições: logo na chegada do campo, antes do recebimento e após o processo de limpeza, sendo avaliados, no total, 160 frutos. Para essa avaliação, utilizou-se de equipamento desenvolvido na Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP, para avaliar a limpeza (Figura 1).



FIGURA 1. Equipamento desenvolvido para simular limpeza.

Esse instrumento é dotado de um anel deslizante e de uma ponteira arredondada de espuma, a qual é forrada por um pedaço de tecido branco tipo Oxford (Figura 2), que realiza a avaliação da limpeza externa do fruto por meio de pressão constante na superfície do tomate. Toda a superfície do fruto era colocada em contato com o tecido, por meio de fricção simétrica em diferentes direções. O contato do tecido com o fruto foi mantido constante devido à pressão mantida estável pelo anel deslizante. As amostras de tecido utilizadas possuíam 10 cm de diâmetro, mas parte de contato efetiva com o fruto era, em média, de 3 cm de diâmetro (Figura 2). Após a retirada das impurezas externas, o tecido era mantido em uma embalagem plástica fechada (zip-lock).

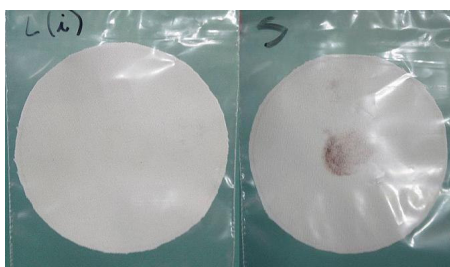


FIGURA 2. Amostra dos tecidos utilizados no equipamento que simula a limpeza.

As amostras de tecido com as impurezas externas de cada fruto, nas diversas avaliações do processo de limpeza, foram analisadas utilizando-se de colorímetro HUNTER LAB, escala CIE LAB (L^* , a^* , b^*). A avaliação da eficiência de limpeza foi expressa em valor L^* , em que L^* varia de 0 (preto) a 100 (branco) (McGUIRE, 1992; SHEWFELT et al., 1988).

Os resultados também foram relatados em função da eficiência de limpeza, descrita na eq.(1):

$$E = \left(\frac{L^* \text{ amostra}}{L^* \text{ padrão}} \right) 100 \quad (1)$$

em que,

E - eficiência de limpeza, %;

L^* amostra - valor do parâmetro L^* , obtido para cada amostra, após o beneficiamento, e

L^* padrão - valor do parâmetro L^* , obtido para cada amostra, antes do beneficiamento.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com análise estatística realizada por meio da análise de variância, e a comparação das médias, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos equipamentos

Os roletes do equipamento nacional apresentavam as seguintes dimensões: 900 mm de comprimento, 75 mm de diâmetro e massa de 3 kg. Os roletes do equipamento importado apresentavam: 980 mm de comprimento, 125 mm de diâmetro e massa de 1,5 kg. O material dos roletes dos dois equipamentos era de polietileno de alta densidade. As escovas são obtidas por meio da extrusão dos roletes para a sustentação das cerdas.

Na etapa de recebimento (Tabela 1), observou-se que o equipamento importado apresentou 14 roletes a mais do que o equipamento nacional. Por se tratar de uma etapa em que o produto é transportado e não impulsionado pelo contato, como ocorre nas escovas, esse maior número pode refletir em maior exposição dos frutos à seleção. Nas etapas de limpeza, lavagem e secagem, notaram-se semelhança quanto ao número de escovas utilizadas, porém, no processo de secagem, o equipamento importado associava escovas de espuma e náilon (0,15 mm), diferentemente do nacional, que utilizava somente espuma. No processo de polimento, o equipamento nacional apresentou três vezes mais escovas que o importado, mas, em ambos os casos, as cerdas eram originadas de crina de cavalo (Tabela 1).

No recebimento, para os dois equipamentos, observou-se que a velocidade de rotação dos roletes foi menor do que a das outras etapas (Tabela 1); no entanto, o equipamento nacional apresentou um número três vezes maior do que o equipamento importado. Na etapa de limpeza, a velocidade de rotação do equipamento nacional apresentou valores muito superiores ao equipamento importado, apresentando a maior média durante a lavagem, ou seja, 322% superior à rotação encontrada para essa mesma fase no equipamento importado. Durante a secagem e o polimento, as rotações encontradas em equipamentos nacionais foram 234% e 236% superiores às utilizadas no equipamento importado, respectivamente. Essas rotações elevadas podem causar danos e injúrias aos frutos (HYDE & ZHANG, 1992). PETRACEK et al. (1998) relatam que a lavagem dos frutos com alta pressão pode afetar a integridade da película externa dos mesmos, assim como induzir à produção de etileno.

TABELA 1. Número de escovas ou roletes, tipo de cerda e velocidade de rotação das escovas para os equipamentos de beneficiamento e classificação, nacional e importado, nas etapas de recepção e limpeza (lavagem, secagem e polimento).

| Etapa | Nacional | | | | Importado | | | |
|-------------|----------|----|-----------------|---------------|-----------------|-----|------------------------------|---------------|
| | Tipo | Nº | Material | Rotação (rpm) | Tipo | Nº | Material | Rotação (rpm) |
| Recebimento | Rolete | 86 | PVC | 30 | Rolete | 100 | PVC | 10 |
| Lavagem | Escova | 15 | Náilon 0,15 mm | 161 | Escova e Rolete | 13 | 12 Náilon 0,15 mm 1 PVC | 50 |
| Secagem | Escova | 15 | Espuma | 117 | Escova | 13 | 10 espuma e 3 Náilon 0,15 mm | 50 |
| Polimento | Escova | 30 | Crina de Cavalo | 118 | Escova | 10 | Crina de Cavalo | 50 |

O equipamento nacional apresentou vazão de 80,9 mL s⁻¹ de água (291,24 L h⁻¹); já o equipamento importado demonstrou vazão 3,23 vezes maior, ou seja, 261,2 mL s⁻¹ de água (940,32 L h⁻¹); no entanto, observou-se, no equipamento nacional, número expressivo de perfurações em não-funcionamento devido a entupimento, prejudicando o processo de limpeza dos frutos. É importante ressaltar que a aplicação de água é diferenciada nas unidades, sendo que, em

perfurações, a água não alcança grandes pressões, diferentemente dos bicos ejetores encontrados no equipamento importado, onde a saída de água ocorre com maior pressão.

Observou-se, no equipamento nacional, que o diâmetro dos frutos não influenciou significativamente ($p > 5\%$) no tempo de permanência durante a etapa de recebimento (Figura 3a). Porém, na etapa de limpeza, o tempo de permanência foi significativamente crescente ($p < 5\%$), conforme o aumento do diâmetro dos frutos. Frutos de maior diâmetro, classificados como 'grandes', apresentaram tempo de permanência 32,98% superior ao dos frutos de diâmetro intermediário, classificados como 'médios', e 60,13% superior ao dos frutos classificados como 'pequenos'.

Todavia, no equipamento importado, ocorreu comportamento diferente do anterior, pois frutos com maior diâmetro demonstraram diferença estatística significativa ($p < 5\%$), apresentando tempo de permanência no recebimento 19% inferior aos demais e 6% inferior para percorrer a etapa de limpeza (Figura 3b).

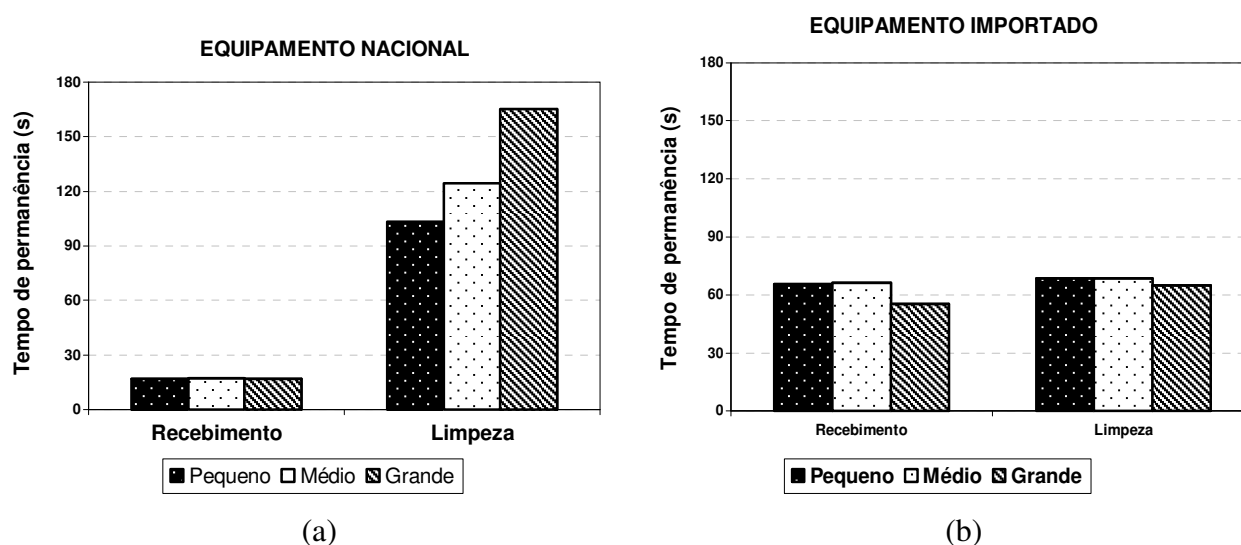


FIGURA 3. Tempo de permanência dos frutos de tomate de mesa, em função do diâmetro, nas etapas de recebimento e limpeza do equipamento: a) nacional; b) importado.

Apesar da fixação de fluxo de alimentação na linha de beneficiamento, como o abastecimento do sistema é feito com operadores manuais, interferências podem ter ocorrido, ocasionando menor permanência dos frutos de maior diâmetro na etapa de limpeza do equipamento nacional. A etapa de recebimento é constituída de uma esteira de roletes contínua, onde não deve ocorrer influência da quantidade de frutos na velocidade do deslocamento dos mesmos.

No equipamento nacional, a rotação na etapa de limpeza foi três vezes maior do que no equipamento importado; essa rotação elevada (117 a 161 rpm) no equipamento nacional pode ter influenciado também em maior diferença entre o tempo de permanência dos frutos com diâmetros diferentes, o que não ocorreu quando a rotação foi baixa (50 rpm) no equipamento importado.

De qualquer forma, conclui-se que o diâmetro do fruto influencia na velocidade de deslocamento na etapa de limpeza; frutos com maior diâmetro permanecerão por mais tempo na limpeza do que frutos com menor diâmetro, que tendem a se deslocar mais rápido, impulsionando um ao outro.

Eficiência do processo de limpeza

Observou-se que os frutos antes do processo de limpeza, ou seja, os frutos sujos, não apresentaram uniformidade de sujeira nas duas unidades, apresentando diferença estatística ($p < 0,05$) para os valores de L^* (Figura 4). Com valor médio de L^* de 72,45 para os frutos sujos na unidade com equipamento nacional e L^* médio de 75,67 para os frutos sujos na unidade com equipamento importado, ou seja, os frutos na unidade de beneficiamento com equipamento nacional estavam mais sujos do que os frutos que seriam beneficiados no equipamento importado.

Essa diferença também foi obtida após a limpeza; os frutos que foram beneficiados no equipamento nacional apresentaram a menor média (87,65) de valor de L^* , enquanto o equipamento importado apresentou média de 90,81 (Figura 4).

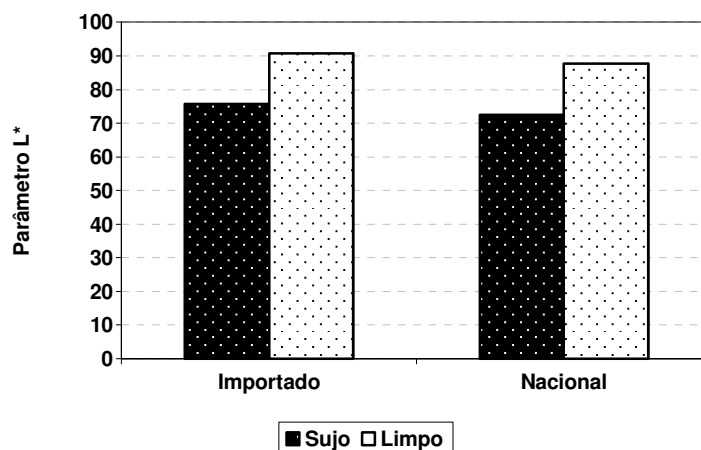


FIGURA 4. Valores de L^* para os tomates antes do beneficiamento (sujo) e após o beneficiamento (limpo), para os dois equipamentos, importado e nacional.

Já os valores encontrados para a eficiência de limpeza foram muito próximos (83,32% para o equipamento importado e 82,65% para o equipamento nacional), o que demonstra que os dois equipamentos tiveram aproximadamente a mesma eficiência de limpeza.

O equipamento importado, apesar do maior consumo de água, demonstrou eficiência de limpeza semelhante ao nacional, que utilizou menor número de escovas e menores rotações. Portanto, existe o indicativo de que a eficiência de limpeza está relacionada com a interação entre os parâmetros tipo de cerda, número e velocidade de rotação das escovas, quantidade de água e tipo de aplicação e tempo de permanência dos frutos. Para indicação do equipamento mais eficiente, faz-se necessário, também, observar a incidência de danos físicos.

CONCLUSÕES

Verificou-se que os dois equipamentos apresentam grande diferença nas suas características de funcionamento, demonstrando a necessidade de manutenções e regulagens, principalmente para o equipamento nacional. A eficiência de limpeza, com conseqüente otimização no uso dos recursos, está relacionada com a interação entre os parâmetros de funcionamento. Faz-se necessário determinar qual configuração é mais eficiente com a menor utilização de recursos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento do projeto Unidade Móvel de Auxílio à Colheita (UNIMAC); ao Sistema PRODETAB/EMBRAPA, pelo apoio financeiro; ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), pela bolsa de Iniciação Científica, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2001. *Anuário estatístico da agricultura brasileira*. São Paulo: Instituto FNP Consultoria & Comércio, 2001.

CEAGESP. COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. Classificação de tomate. *Programa Horti&Fruti*, 2000. 3 p.

FERREIRA, M.D.; KUMAKAWA, M.K.; ANDREUCCETTI, C.; HONÓRIO, S.L.; TAVARES, M.; MATHIAS, M.L. Avaliação de linhas de beneficiamento e padrões de classificação para

tomate de mesa na região de Campinas - SP. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.4, p.940-4, 2005.

HYDE, G.M.; ZHANG, W. Apple bruising research update: packingline impact evaluations. *Tree Fruit Postharvest Journal*, Washington, v.3, n.3, p.12-15, 1992.

McGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, Alexandria, v.27, n.2, p.1.254-55, 1992.

PELEG, K. *Produce handling, packing and distribution*. Westport: AVI Publishing, 1985. 625 p.

PETRACEK, P.D.; KELSEY, D.F.; DAVIS, C. Response of citrus fruit to high-pressure washing. *Journal of American Horticultural Science*, Mount Vermont, v.123, n.4, p.661-7, 1998.

SAKAI, E.C. Tratamentos e equipamentos para linhas de beneficiamento de frutas na pós-colheita. In: SEMINÁRIO DE BENEFICIAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 1., 2004, Campinas. Disponível em: <http://www.agr.unicamp.br/tomates>. Acesso em: 25 jan. 2005.

SARGENT, S.A.; BRECHT, J.K.; TALBOT, M.T.; ZOELNER, J.J. Performance of perforated-belt sizes as affected by size standards for fresh market tomatoes. *Applied Engineering in Agriculture*, St. Joseph, v.7, n.6, p.724-8, 1992.

SHEWFELT, R.L.; THAI, C.N.; DAVIS, J.W. Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. *Journal of Food Science*, Chicago, v.53, n.5, p.1.433-7, 1988.

SIGRIST, J.M.M.; BLEINROTH, E.W.; MORETTI, C.L. Manuseio pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. *Resfriamento de frutas e hortaliças*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2002. 428 p.