

PARÂMETROS SENSORIAIS DO TOMATE SWEET GRAPE DESIDRATADO EM SECADOR SOLAR HÍBRIDO

Milena Araujo Silva – milenaaraujo.silva@yahoo.com.br
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia
Nayane Nicoli Javará – nanaynicoli@gmail.com
Madelon Rodrigues Sá Braz – madelonsa@hotmail.com

Resumo. O tomate é um fruto perecível e apresenta consideráveis perdas na pós-colheita. A secagem é uma possibilidade de aumentar a vida útil dos frutos, reduzindo essas perdas. Porém, no processo de secagem, devem-se minimizar o uso de combustíveis fósseis e priorizar o uso de energias alternativas, como a secagem solar. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade e a aceitação do tomate (*Solanum lycopersicum*), variedade sweet grape, desidratado em secador solar híbrido elétrico fotovoltaico. Para isto, foi conduzido um experimento na unidade piloto para secagem de produtos agrícolas. O sistema foi constituído por um coletor solar (para geração de energia térmica), uma câmara de secagem, um sistema de exaustão e um sistema de energia solar fotovoltaica (para a geração de energia elétrica e acionamento do sistema de exaustão). Com os frutos in natura e desidratados foram realizadas análises de Acidez Titulável Total (ATT), Sólidos Solúveis Totais (SST), ratio (SST/ATT) e pH, para caracterização físico-química. Para a análise sensorial dos frutos desidratados foi utilizado o teste de aceitação com os extremos gostei extremamente a desgostei extremamente. Foram considerados os atributos aparência, aroma, sabor e textura. Ainda, foi analisada quanto à intenção de compra com os extremos definitivamente compraria e definitivamente não compraria. Os resultados obtidos demonstraram que a fruta desidratada é pouco consumida pelos moradores locais. Os tomates sweet grape desidratados em secador solar híbrido tiveram boa aceitação pelos consumidores avaliados. As próximas etapas mostrarão se esse processo de secagem é também eficiente com outros produtos e se os custos embutidos atrairão pequenos produtores.

Palavras-chave: Energia Solar, Qualidade, Tomate Uva

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças mais importantes no Brasil e no mundo. Um dos principais fatores para a expansão da cultura é o crescimento de seu consumo (Carvalho e Pagliuca, 2007). O grupo dos mini tomates engloba uma série de tipos do fruto, como o tomate cereja, *Sweet grape*, tipo *grape* e tipo italiano. Apesar de todos serem tomates e pertencerem ao segmento mini, eles diferem entre si quanto ao sabor, tamanho, formato, coloração e brix (concentração de açúcar). A variedade Sweet grape, também conhecido como tomate uva, em geral apresenta versatilidade culinária, sendo indicado para o consumo *in natura*, em saladas cruas, na forma de *snacks*, como acompanhamento de bebidas ou, ainda, como lanche de adultos e crianças (Sabio et al., 2013).

Através do processamento adequado, o tomate pode dar origem a inúmeros produtos, alguns deles de elevado consumo no Brasil. Dentre eles podemos citar o tomate seco que tem boa aceitação entre os consumidores brasileiros, sendo bastante utilizados em pizzarias, lanchonetes e antepastos (Alessi, 2010). Além disso, considerando que o tomate é um produto altamente perecível, a elaboração do produto desidratado (tomate seco) apresenta-se como uma alternativa para o aproveitamento do excedente de produção e comercialização *in natura*.

A desidratação de frutos e frutas tem como principais vantagens: o aumento da vida útil do produto; concentração do valor alimentício, baixo custo de armazenagem, facilidade no transporte e comercialização, manutenção da qualidade por períodos mais longos e redução das perdas pós-colheita (Celestino, 2010). Assim, ao disponibilizar para o consumidor um produto sensorialmente diferenciado, e que por ser menos perecível, pode ser comercializado em qualquer época do ano (Alessi, 2010).

A secagem é um dos métodos mais antigos de preservação de frutas, e de modo geral é realizada por um processo que utiliza energia térmica para remover parte ou quase a totalidade da água nas frutas (Travaglini et al., 2002).

O método tradicional de secagem geralmente utiliza combustíveis sólidos como lenha ou carvão para promover o aquecimento do ar, podendo acarretar em contaminação do produto a ser secado, geração de poluição ambiental e encarecimento da produção final (Sater et al., 2011). Como alternativa pode-se adotar secadores que funcionam com fonte de energia térmica solar. O secador solar permite a secagem de produtos agrícolas de maneira limpa, com baixo custo de instalação e manutenção e sem risco de contaminação (Busatto et al., 2013). Além disso, com a implementação do secador solar na propriedade rural é possível agregar valor comercial e melhorar a qualidade dos produtos, permitindo o uso da energia no local de geração, sem exigir gastos com transporte desta energia para longas distâncias (Belessiotis et al., 2011).

Porém, o processo usando energia solar ainda exige estudos relacionados à qualidade do produto final. A preocupação com a qualidade dos produtos que vão à mesa dos consumidores brasileiros tem aumentado de forma

considerável nos últimos anos, já que a exigência dos consumidores internos quanto ao padrão é cada vez maior (Fava, 2004). Durante a secagem deve ser dada atenção para a manutenção da qualidade do produto, como sabor, textura, valor nutritivo, e, em especial a cor que é a característica de maior apelo ao consumidor (Alessi, 2010).

Dessa forma, a avaliação sensorial tem um papel fundamental no processo de desenvolvimento de produtos alimentícios, uma vez que é utilizada como instrumento chave para a seleção de produtos, pesquisa e desenvolvimento de novos produtos, definição do padrão de identidade e qualidade do alimento e na avaliação da aceitação pelo consumidor (Oliveira e Rodrigues, 2010).

Com isso, o objetivo do trabalho é avaliar a aceitação do tomate Sweet grape desidratado em secador solar híbrido elétrico fotovoltaico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi realizado no Departamento de Engenharia (DE) / Instituto de Tecnologia (IT) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus Seropédica. As coordenadas geográficas são 22° 45' 33" S e 43° 41' 51" W e de acordo com Villa et al. (2016), pela classificação de Köppen, o clima da região é do tipo A, tropical com chuvas de verão. O processo de secagem foi realizado na unidade piloto para secagem de produtos agrícolas utilizando energia solar, localizada na área experimental do DE/IT e as análises físico-químicas e sensoriais foram realizadas no Laboratório de Pré-Processamento de Produtos Agrícolas também no DE/IT da UFRRJ.

A unidade piloto para a secagem de produtos agrícolas é constituída por um coletor solar para geração de energia térmica, câmara de secagem, sistema de exaustão e sistema de energia solar fotovoltaica, caracterizando o secador solar híbrido elétrico fotovoltaico, como pode ser visto na Fig. 1.



Figura 1 - Secador solar híbrido elétrico fotovoltaico

O coletor solar é composto por uma caixa metálica no formato retangular com dimensões de 0,68 x 3,00 x 0,14 m (largura x comprimento x altura). As laterais e base inferior da caixa foram constituídas de material isolante (isopor), seguido por chapa lisa de alumínio. No interior do coletor solar foi acondicionada uma superfície absorvedora de radiação solar composta por estrutura sanfonada de alumínio em perfil triangular pintada de preto fosco. Os canais superiores da superfície absorvedora foram vedados para evitar a passagem de ar ambiente. Na parte superior do coletor solar utilizou-se cobertura vidro liso incolor com espessura de 0,004 m. Tendo em vista possibilitar um melhor aproveitamento da radiação solar incidente, o secador está posicionado faceando o norte de Seropédica e o coletor disposto de maneira que formasse uma angulação de 32° com a horizontal (Moraes et al., 2004).

A câmara de secagem foi constituída em chapa de aço com dimensões de 0,68 x 0,83 x 0,63 m e volume de 0,355 m³. No interior da câmara foram instaladas prateleiras de aço inoxidável, com crivos de um centímetro de forma a permitir a passagem do ar.

Um exaustor com potência equivalente a 152 W foi acoplado na parte superior da câmara de secagem com a função de forçar a circulação de ar em seu interior. Para proteção do equipamento contra agentes ambientais, instalou-se uma cobertura de proteção denominada “chapéu chaminé”. Para a geração de energia elétrica, a fim de acionar o sistema de exaustão, adotou-se o sistema fotovoltaico isolado ou off grid, composto por quatro painéis fotovoltaicos com área total de 1,64 m² e potência de 265 W cada um (Figura 1). No Laboratório de Eletrificação Rural e Energias Alternativas do DE/IT da UFRRJ foram instaladas as baterias, o inversor de corrente e o controlador de cargas.

Para o estudo da secagem dos frutos foram utilizados tomates (*Solanum lycopersicum*), variedade Sweet Grape uva, adquiridos no comércio local. Foram selecionados os frutos que possuíam integridade física, uniformidade quanto ao estágio de maturação e tamanho. Os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados com solução de água

destilada e sanitária na proporção 1:10 e cortados longitudinalmente. Posteriormente, foram dispostos de forma aleatória nas bandejas, essas foram pesadas em balança semi-analítica de precisão de 0,01g da marca Marte AD330 e conduzidas para a câmara de secagem.

Para o acompanhamento da temperatura utilizou-se termopares conectados a um aparelho milivoltímetro com precisão de 0,1° C da marca PHYWE, modelo GTH 1160. Os termopares foram dispostos nas prateleiras de secagem e na entrada do exaustor (Fig. 2). Os mesmos também foram utilizados para a medição da temperatura ambiente e a temperatura na saída do exaustor.



Figura 2 – Câmara de secagem com os termopares posicionados

O monitoramento da secagem dos frutos foi realizado por gravimetria, pesando-se o conjunto bandeja+frutos a cada duas horas, em balança semi-analítica, com resolução de 0,01g. As pesagens foram conduzidas até que os frutos atingissem o equilíbrio higroscópico com as condições do ar de secagem, ou seja, quando a variação da massa fosse constante, caracterizando o fim do processo de secagem. O período de secagem foi de catorze (14) horas.

Para a caracterização físico-química dos tomates, *in natura* e desidratados (submetidos ao processo de secagem solar), foram realizadas análises de Acidez Titulável Total (ATT), Sólidos Solúveis Totais (SST), ratio (SST/ATT) e pH, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Para todas as análises foram utilizadas três repetições. Essas análises foram realizadas somente para a caracterização dos frutos e por isso não foram submetidas ao procedimento estatístico.

Para a análise sensorial, amostras dos frutos desidratados foram colocadas em recipientes codificados com números de três dígitos aleatórios. Essas foram servidas sobre mesas individuais, iluminadas com luz branca, para provadores não treinados de ambos os sexos e diferentes faixas etárias, sendo alunos, funcionários e professores da UFRRJ.

As amostras foram disponibilizadas de uma só vez, acompanhadas de um copo com água à temperatura ambiente, para que entre uma amostra e outra o consumidor possa “lavar” a cavidade oral e neutralizar o paladar. Os atributos sensoriais foram avaliados logo após o processo de desidratação dos frutos. Foi utilizado o Teste de Aceitação em escala hedônica estruturada de nove pontos, com os extremos gostei extremamente a desgostei extremamente. Na

avaliação, foram levados em consideração os atributos sensoriais aparência, aroma, sabor e textura. Ainda foi analisada quanto à intenção de compra, em escala hedônica não estruturada de nove centímetros entre âncoras com os extremos definitivamente compraria e definitivamente não compraria, como mostrado na Fig. 3.

Teste sensorial de aceitação		Data: \ \
Nome: _____		Idade: ____ anos
Sexo: () Masculino () Feminino		
Você consome fruta desidratada?		
() Sim		
() De vez em quando (com que frequência?) _____		
() Nunca		
Por favor, avalie a amostra servida e indique o quanto você gostou ou desgostou de cada um dos atributos sensoriais da fruta desidratada, dando notas de acordo com a escala abaixo.		
Código da amostra: _____		
9) Gostei extremamente	Atributo sensorial	
8) Gostei muito	Aparência	_____
7) Gostei moderadamente	Aroma	_____
6) Gostei ligeiramente	Sabor	_____
5) Indiferente	Textura	_____
4) Desgostei ligeiramente		
3) Desgostei moderadamente		
2) Desgostei muito		
1) Desgostei extremamente		
Marque com um traço vertical na escala abaixo o ponto que representa a sua intenção de compra deste produto		

Definitivamente não compraria		Definitivamente compraria
Comentários:		

Figura 3 - Ficha de avaliação apresentada aos provadores para análise sensorial das frutas

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o processo de secagem a temperatura média atingida no interior da câmara de secagem foi de 42,4 °C e a velocidade do ar de secagem foi de 1,0 m.s⁻¹. A temperatura média do ar ambiente foi de 31,6 °C, assim pode-se observar um incremento de 10,4 °C, comprovando a eficiência da câmara de secagem.

Na Tab. 1 podem ser observados os dados médios da caracterização físico-química dos tomates sweet grape *in natura* e desidratados no secador solar híbrido.

Indicadores de qualidade como ATT, SST e pH são empregados para avaliar os alimentos no período pós-colheita. Pela Tab. 1 pode-se observar que os valores de ATT aumentaram após o processo de desidratação, assim como o SST. Porém para SST esse acréscimo foi menor, nesse caso provavelmente isso ocorreu porque a remoção de água concentrou os açúcares. A relação SST/ATT reduziu com a desidratação. Já os valores de pH obtidos para os frutos *in natura* e desidratados, expostos na Tab. 1, ficaram dentro da faixa ideal para mini tomates cereja, cujo pH desejável é inferior a 4,5 e superior a 3,7 (Giordano et al., 2000).

Tabela 1 - Valores médios de Acidez Titulável Total (ATT), Sólidos Solúveis Totais (SST), ratio (SST/ATT) e pH dos frutos de tomate sweet grape *in natura* e desidratados no secador solar híbrido.

	ATT (%)	SST (°Brix)	Relação SST/ATT	pH
<i>In natura</i>	7,16	6,1	0,88	4,36
Desidratados	19,73	6,8	0,35	4,51

A respeito da análise sensorial, segundo a Fig. 4, 50% das pessoas disseram que nunca consumiram fruta desidratada, 44% consomem esporadicamente e 6% sempre consomem. Esses resultados mostram que produtos desidratados ainda são pouco consumidos e difundidos na realidade local.

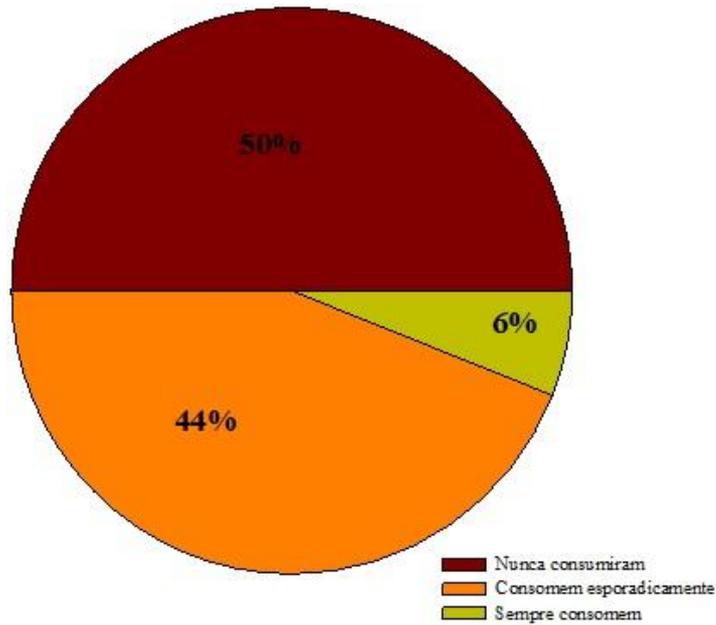


Figura 4: Consumo de fruta desidratada

Na Fig. 5, pode-se observar, que a aceitação do tomate sweet grape foi caracterizado pelos provadores pelo termo hedônico como “gostei moderadamente” para os atributos aparência e sabor e “gostei ligeiramente” para os atributos aroma e textura. Dentre todos os atributos sensoriais o que recebeu maior nota foi a aparência, com 7,7. Loro (2015) encontrou notas médias de 7,2 para o atributo aparência dos tomates sweet grape desidratados. No entanto, para o atributo sabor, a mesma autora encontrou notas médias de 8,1 que pelo termo hedônico seria caracterizado como “gostei muito”. Esse valor ficou acima dos encontrados nesse trabalho, onde foram caracterizados pelos provadores como “gostei ligeiramente”.

Os atributos aroma e textura receberam as menores notas, sendo 6,5 e 6,0 respectivamente. Sandri et al. (2015) também trabalhando com tomate sweet grape desidratado verificaram notas 7,5 para aroma e 8,0 para textura, classificado pelo termo hedônico como “gostei moderadamente” e “gostei muito”, indicando melhores resultados que os encontrados nesse trabalho.

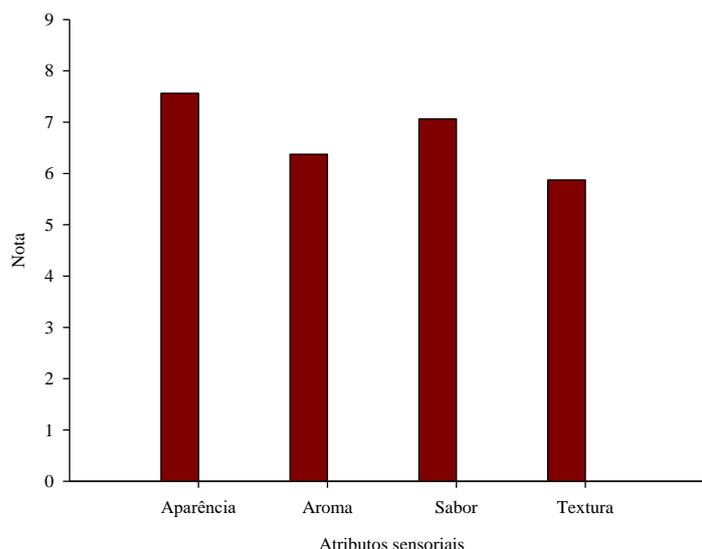


Figura 5: Avaliação da aceitabilidade da aparência, aroma, sabor e textura do tomate sweet grape desidratado em secador solar híbrido.

Na Fig. 6 apresentam-se os resultados da aceitação do tomate desidratado em secador solar com relação aos atributos já mencionados. Quanto à aparência 13% dos provadores avaliaram como “gostei ligeiramente”, “gostei extremamente” e “indiferente”. No entanto, 25% avaliaram como “desgostei ligeiramente”. Na Fig. 7, pode-se observar a boa aparência dos frutos desidratados, porém o resultado da avaliação pode ser devido ao fato de que a maior parte comercialização do tomate seco é pela forma em conserva, o que altera a aparência do produto.

Quanto ao aroma 25% dos provadores avaliaram como “indiferente” e “gostei moderadamente” enquanto que apenas 6% avaliaram como “desgostei ligeiramente”, não apresentando nenhuma avaliação inferior à “desgostei”.

Para o atributo sabor 32% dos provadores avaliaram como “gostei ligeiramente”, 19% avaliaram como “gostei muito” e “gostei moderadamente”. Esses resultados podem estar relacionados aos valores de SST (Tabela 1), segundo Vieira et al. (2014), o teor de SST na maioria dos casos reflete a doçura do produto, com isso o fato dos valores encontrados nos tomates desidratados serem elevados podem ter influenciado na avaliação do sabor.

Para o atributo textura 25% dos provadores avaliaram como “gostei ligeiramente” e “indiferente”, 19% avaliaram como “gostei muito”, sendo 13% avaliaram como “desgostei ligeiramente” e 6% avaliaram como “desgostei moderadamente”.

Avaliando a intenção de compra (dados não apresentados) 68,75% dos avaliadores registraram que comprariam o tomate desidratado.

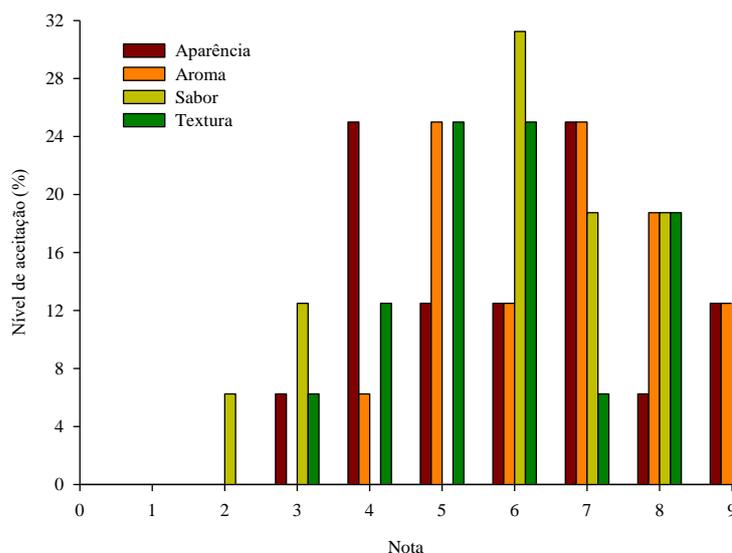


Figura 6: Nível de aceitação (%) do tomate sweet grape desidratado em relação aos atributos aparência, aroma, sabor e textura.

Na Fig. 7, pode-se observar a boa aparência dos frutos desidratados, porém o resultado da avaliação de aparência (Fig. 5) pode ser devido ao fato de que a maior parte da comercialização do tomate seco ainda se dá pela forma em conserva, o que altera a aparência do produto.



Figura 7. Aparência dos tomates sweet grape desidratados em secador solar híbrido.

4. CONCLUSÃO

Os resultados mostram que o tomate sweet grape desidratado em secador solar híbrido, apesar de pouco consumido pelos moradores locais, apresentaram boa aceitação pelos consumidores avaliados. O secador solar híbrido foi eficiente no processo de desidratação dos tomates, permitindo reduzir o desperdício e possibilitando o lucro com o uso de uma energia alternativa.

Visto que o tomate obteve alta aceitabilidade os estudos com secadores solares serão continuados e sua eficiência será avaliada para outros frutos. Além disso, os custos de instalação e operação serão comparados aos dos sistemas tradicionais, gás ou lenha, e apresentados aos pequenos produtores, incentivando-os a realizar troca de seus métodos de secagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

- Alessi, E. S. Tomate seco obtido por energia solar convencional a partir de mini-tomates congelados. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo. 2010. 73 p.
- Belessiotis, V.; Delyannis, E. Solar drying. *Solar Energy*, v. 85, p. 1665-1691, 2011.
- Busatto, L., Trevisan, R., Martins, N., Pilger, A. Uso de secador solar para secagem de *Pinus* sp. *Ciência da Madeira Brazilian. Journal Wood Science*, v. 04, n. 02, p. 176-190, 2013.
- Carvalho, J. R. de; Pagliuca, L. G. Tomate, um mercado que não pára de crescer globalmente. *Revista Hortifruti Brasil*, Piracicaba, n. 58, p. 6, 2007.
- Celestino, S M C, 2010. Princípios de secagem de alimentos. Planaltina, DF: Embrapa serrados.
- Fava, A. R. Fea é a referência em melhoria de alimentos. Disponível em: [http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/abril 2004/ju249pag4a.html](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/abril%202004/ju249pag4a.html) Jornal da Unicamp. Acesso em: 16. Nov.2017.
- Giordano, L. B.; Silva, J. B. C. e Barbosa V. (2000) - Escolha de cultivares e plantio. Tomate para processamento industrial. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Brasília, 168 p.
- Instituto Adolfo Lutz, 2008. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, pp. 1020.
- Loro, A. C. Caracterização química e funcional de tomates “Sweet Grape” e Italiano submetidos à desidratação osmótica e adiabática. 89 p. Dissertação de Mestrado - Centro de Energia Nuclear da Agricultura - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.
- Moraes, S.O.; Negrini, A.C.A.; Precoppe, M.F.M.; Meira, M.L.R., 2004. Secador Solar de Baixo Custo para Frutas e Hortaliças, São Paulo: ESALQ-USP, pp14.
- Oliveira, S. N.; Rodrigues, M. C. P., 2010. Papel da análise sensorial como ferramenta de apoio no processo de desenvolvimento de produtos alimentícios, *Revista Educação Agrícola Superior*, vol. 25, n. 2, pp.120-126.
- Sabio, R. P; Ventura, M. B & Campoli, S. S.. Mini e “baby” frutas e Hortaliças. *Revista Hortifruti Brasil*, Piracicaba, n. 120, p. 8, São Paulo: IEA/SAA, 1997. p.1-75.2013.
- Sandri, D.; Rinaldi, M. M. Ishizawa, T.A.; Cunha, A. H. N.; Pacco, H. C.; Ferreira, R. B. “Sweet Grape” tomato post harvest packaging. *Revista Engenharia. Agrícola.*, Jaboticabal, v.35, n.6, p.1093-1104, nov./dez. 2015
- Sater, O., Souza, N. D., Oliveira, E. A. G., Elias, T. F., Tavares. R. Estudo comparativo da carbonização de resíduos agrícolas e florestais visando à substituição da lenha no processo de secagem de grãos de café. *Revista Ceres*, v. 58, n.6, p. 717-722, 2011.
- Vieira, D. A. de P.; Cardoso, K. C. R.; Dourado, K. K. F.; Caliari, M.; Soares Junior, M. S. Qualidade física e química de mini-tomates Sweet Grape produzidos em cultivo orgânico e convencional. *Revista Verde*, v 9. , n. 3 , p. 100 - 108, jul-set, 2014.
- Travaglini, D. A.; Gasparino Filho, J.; Aguire, J. M. Equipamentos de secagem. In: Aguire, J. M; Gasparino Filho, J. Desidratação de frutas e hortaliças. Campinas. ITAL, 205 p. cap.2, p.1-29, 2002.

SENSORY PARAMETERS OF SWEET TOMATO DE GRAPES DEHYDRATED IN SOLAR HYBRID DRYER

Abstract. *The tomato is a perishable fruit and presents considerable post-harvest losses. Drying is a possibility of increasing fruit shelf life by reducing such losses. However, in the drying process, the use of fossil fuels should be minimized and the use of alternative energies, such as solar drying, prioritized. The objective of this work was to evaluate the quality and the acceptance of tomato (*Solanum lycopersicum*) sweet grape variety dehydrated in solar hybrid electric photovoltaic dryer. For this, an experiment was carried out in the pilot unit for the drying of agricultural products, consisting of solar collector for thermal energy generation, drying chamber, exhaust system and photovoltaic solar energy system for the generation of electric energy and the activation of the exhaust system. The total titratable acidity (ATT), total soluble solids (SST), ratio (SST / ATT) and pH were analyzed using the in natura and dehydrated fruits for physical-chemical characterization. For the sensory analysis of dehydrated fruits the acceptance test was used with the extremes I liked extremely and extremely disliked. The attributes of appearance, aroma, taste and texture were considered. Still, it was analyzed as to the intention of purchase with the extremes would definitely buy and definitely would not buy. The results obtained showed that the dehydrated fruit is not consumed by the local residents. The sweet grape tomatoes dehydrated in a hybrid solar dryer were well accepted by the evaluated consumers. The next steps will show if this drying process is also efficient with other products and whether the built-in costs will attract small producers.*

Key words: *Solar Energy, Quality, Sweet Grape*