

PROCESSO PRODUTIVO DE TOMATE SECO OBTIDO EM SECADOR SOLAR E EM ESTUFA, A PARTIR DE MINI-TOMATES CONGELADOS

DRIED TOMATO PRODUCTION PROCESS OBTAINED IN SOLAR DRYER AND OVEN, USING FROZEN MINI-TOMATOES

Egly Sturion Alessi¹, Leandro F. do Carmo¹, Paula Porrelli Moreira da Silva², Marta Helena Fillet Spoto¹

⁽¹⁾ Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo -ESALQ/USP- Piracicaba/SP, eglysa@yahoo.com.br, leandrocarmobio@hotmail.com, mhfspoto@esalq.usp.br

⁽²⁾ Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura – USP/CENA – Piracicaba/SP, pporrelli@uol.com.br

Resumo: O tomate constitui-se uma das hortaliças mais exploradas cientificamente, devido à sua importância comercial. O tomate pode, através de processamento adequado, dar origem a inúmeros produtos, alguns deles de elevado consumo no Brasil. Depois da boa aceitação do tomate cereja pelo consumidor, um novo segmento de mini-tomate, chamado Grape, começa a despontar nos mercados brasileiros. Nesse trabalho foi avaliado o processo produtivo do tomate seco, a partir de mini-tomates Sweet Grape congelados, desidratados em secador solar e em estufa, visando obter um alimento seguro do ponto de vista microbiológico, físico-químico, e sensorial. Os tomates foram secos até teores de umidade entre 35% e 50%, e observadas suas mudanças em relação aos tomates in natura e seu comportamento nos períodos de armazenamento 0, 30, 60 e 90 dias após processamento, verificando, assim, a sua estabilidade. A avaliação da qualidade do produto foi realizada através de análises microbiológicas, físico-químicas, composição centesimal e sensorial. Houve diferença significativa entre os secadores, estufa e solar, para todos os parâmetros analisados, porém não houve alteração significativa para o período de armazenamento. Em relação à avaliação sensorial, o tomate seco ao sol obteve melhor aceitação entre os provadores.

Palavras-chave: variedade Sweet Grape; *Lycopersicon esculentum*; desidratação; secador solar; tomate seco; congelamento

1 Introdução

O tomateiro é cultivado em diferentes países devido a sua ampla aceitação e adaptabilidade. Segundo a FAO (2012), em 2010, o Brasil está na nona posição no ranking mundial em produção com 3.691.320 toneladas; de acordo com o IBGE (2012), a produção brasileira encontra-se em ascensão sendo produzidas 4.146.466 milhões de toneladas em 2011, principalmente nos estados de Goiás (1.387.681), São Paulo (651.256) e Minas Gerais (476.014). Esta hortaliça é muito explorada cientificamente, devido à sua importância comercial, alta susceptibilidade a pragas e doenças e vida pós-colheita curta, devido à fragilidade dos seus tecidos e atividade metabólica (VIEITES, 1998). Nas condições brasileiras o tomate é produzido ao longo do ano todo e são inúmeras as cultivares que atendem às mais diferentes demandas, desde as industriais até as de mesa. Porém, todas

apresentam uma característica comum, no que se refere à comercialização, uma vez que, normalmente não se recorre a quase nenhum beneficiamento para aumentar a vida útil, especialmente no caso de tomates para consumo *in natura* (SANINO, 2004).

Dentre as cultivares de tomate, tem sido crescente a demanda pelo tipo cereja, mini-tomate de grande aceitação pelo consumidor. Tal variedade despertou grande interesse nos agricultores devido aos valores compensadores (TRANI et al., 2003). O tomate pode, através de processamento adequado, dar origem a inúmeros produtos, alguns deles de elevado consumo no Brasil. Com a abertura para importação nas décadas de 80 e 90, o tomate seco destacou-se com grande aceitação do consumidor brasileiro e, desde então, o interesse por este produto tem aumentado gradativamente. O tomate seco é originário da Itália e tem boa aceitação entre os consumidores brasileiros, sendo bastante utilizado em pizzarias, lanchonetes e em antepastos (Serviço Brasileiro de Resposta Técnica, 2006). Presente no mercado nacional, oriundo de outros países, particularmente Espanha e Itália, possui algumas recentes produções brasileiras a nível doméstico. No entanto, em termos de pesquisa, não se encontram disponíveis recomendações ou orientações sobre os parâmetros adequados do processo (CAMARGO, 2000).

A redução das perdas pós-colheita e a má-distribuição de alimentos são os maiores desafios, pelos quais passa o homem num mundo globalizado (MORETTI, 1998). Considerando o tomate altamente perecível, a elaboração de produto desidratado (tomate seco) apresenta-se como uma alternativa para o aproveitamento do excedente da produção e comercialização *in natura*, além de ser disponibilizado ao consumidor um produto sensorialmente diferenciado, podendo ser comercializado em qualquer período do ano (NACHTIGALL et al., 2000).

Um processo alternativo e de baixo custo para implantação na agricultura familiar é a desidratação solar, agregando valor à produção, e utilizando energia renovável e gratuita (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006). O secador solar de exposição direta é assim chamado em virtude do produto receber diretamente a radiação solar (KHALIL, 2007).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o processo produtivo do tomate seco, a partir de mini-tomates congelados, desidratados em secador solar e convencional, visando obter um alimento padronizado sensorialmente e nutricionalmente seguro do ponto de vista microbiológico.

2 Material e Métodos

Matéria-prima

A preparação dos tomates foi realizada no Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP. Foram utilizadas áreas distintas e definidas. Planta piloto com área de recepção da matéria-prima; lavagem e seleção; processamento; desidratação convencional

(adiabática de energia elétrica); envase; rotulagem; e armazenamento, e ainda uma área de campo onde se encontra o secador solar.

Colheita e Transporte e Recepção

Os mini-tomates foram colhidos manualmente em propriedade em Piracicaba e colocados em caixas plásticas, e transportados direto para o Departamento de Agroindústria de ESALQ-USP, em temperatura ambiente. Os tomates não foram trazidos de uma só vez, tendo assim que serem armazenados em câmara de congelamento (-18 °C), para preservar o produto e para ajudar numa pré-desidratação, pelas rachaduras e perdas de exsudados.

Lavagem e Sanitização

Primeiramente, todos os utensílios utilizados no preparo dos tomates foram devidamente lavados com água e detergente e sanitizados com solução de água e hipoclorito de sódio e álcool 70% para evitar a contaminação do produto final. Os manipuladores estavam devidamente paramentados com roupas especializadas, máscaras, toucas e luvas de látex para evitar a contaminação no manuseio.

Assim que os tomates foram recepcionados foi feita a sanitização com dicloroisocianurato de sódio a 6,6 g por litro, como indicado no rótulo da embalagem. Em seguida, os tomates foram drenados e congelados a -20°C por 30 dias. Um lote não congelado seguiu diretamente para as análises físico-químicas, a fim de caracterizar a matéria prima.

Preparo dos tomates secos

Depois de descongelados, aos tomates foram adicionados, com relação à massa do produto, 7,5% de sacarose e 2,5% de NaCl, com aplicação sobre a casca, deixados por 30 a 40 minutos, para que se iniciasse o processo de desidratação por osmose, complementar à secagem. Após, foram drenados em peneiras durante 24 horas e colocados em bandejas perfuradas de aço inoxidável (secador adiabático convencional) e telas de nylon (secador solar), previamente taradas e levadas aos respectivos secadores.

O ponto ótimo de secagem em ambos os secadores foi verificado mediante a fórmula descrita a seguir para calcular o peso final dos tomates quando estes apresentassem 40% de umidade (AOAC, 2005). Nesse caso, foi avaliado o momento de tirar os tomates do secador pesando uma amostra do mesmo. Também foi possível determinar o rendimento dos processos.

Determinação do Peso por massa (Pf)

$$Pf = Pi \times \frac{100-U_i}{100-U_f}$$

Pi: peso inicial (kg);

Pf: peso do tomate final depois de seco (kg);

U_i: Umidade inicial, tomate fresco

U_f: Umidade final, tomate depois de seco.

Determinação do Rendimento

$$Rn = (Pf / Pi) \times 100$$

Rn: rendimento (%);

Pf: peso final seco (kg);

Pi: peso do tomate *in natura* (inicial) (kg)

Desidratador

O fruto ficou em exposição a 60 °C por 20 a 24 horas no desidratador adiabático elétrico até atingir 40% da umidade inicial. Concluído o processo de desidratação, o sistema de aquecimento foi desligado e o produto ficou apenas sob efeito da ventilação, até que o mesmo atingisse a temperatura de aproximadamente 25 °C.

Secador solar

Para o presente projeto foi escolhido o secador solar de exposição de radiação direta devido à sua facilidade de manejo e construção, pois é mais acessível ao pequeno produtor rural. O secador foi construído de acordo com o Manual de Secagem Solar de Frutas, Ervas e Hortaliças Série Produtor Rural (ESALQ, 2006).

Para a secagem, os tomates, depois de higienizados, eram colocados nas telas de nylon e inseridos no secador, onde permaneciam durante o dia sob exposição direta aos raios solares. À noite, o secador era recolhido em ambiente fechado. O processo se repetiu durante 72 horas, até que os tomates atingissem umidade final aproximada de 40%. A temperatura foi monitorada durante todo o tempo de exposição com Termômetro Digital Infravermelho com Mira Laser da marca Cason (Modelo CA 380), a qual atingiu 60°C em dia de grande insolação. Sempre era mantida uma bandeja de plástico para o controle de peso e umidade do produto a ser retirado.

Envase e Acondicionamento

Os tomates foram marinados e envasados em recipientes de vidro de 250 g com bordas de

rosca, vedados com tampas de metal providas de silicone. Os vidros, tampas e utensílios foram lavados com detergente e esterilizados em água fervente por 30 minutos.

Para a marinada utilizou-se uma mistura na proporção de 1:1 de azeite de oliva e óleo de soja, completando-se 40% do vidro em relação aos 60% de tomates; também foram acrescentados condimentos desidratados comercialmente, marca Kitano®, compostos de alho, salsa, cebola e orégano na proporção de 10 g por vidro. Os tomates foram colocados em camadas intercaladas com os condimentos e por último foi acrescentada a mistura de óleo e azeite até completar o enchimento dos vidros.

Depois de envasados, procedeu-se a pasteurização em água fervente por 20 minutos a 96 °C, temperatura de fervura da água na região de Piracicaba. A seguir, foram resfriados lentamente até 40 °C e armazenados à temperatura ambiente.

Análises Microbiológicas

Foram avaliados: coliformes totais e termotolerantes; *Salmonella sp*; *Staphylococcus aureus*. Segundo a resolução-RDC numero 12, de 2 de janeiro de 2001, da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária).

Análises físico-químicas

Cor instrumental: avaliada pelo colorímetro Color Meter-Minolta 200b para os parâmetros Luminosidade (L*), valor a* (positivo: vermelho, negativo: verde), b* (positivo: amarelo, negativo: azul), ângulo de cor Hue (graus) e Cromaticidade (Croma). Foram considerados três frutos aleatórios, segundo recomendação de Sacks e Shaw, 1994.

pH: medido em potenciômetro da marca TECNAL e modelo TEC3-MP, a partir de amostras homogeneizadas, segundo metodologia ditada pela AOAC, 2005.

Teor de sólidos solúveis: medido em refratômetro Auto Abbe, modelo 10500/10501, Leica, a partir de amostras homogeneizadas. O resultado foi expresso em °Brix (AOAC, 2005).

Acidez titulável – AT: determinada e calculada como o volume em mililitros de NaOH 0,1 N, requeridos para titular 100 mL de suco, expressa em porcentagem de ácido cítrico (AOAC, 2005).

Ratio: calculado através da relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

Umidade: Método gravimétrico, determinando-se a perda de massa do material submetido a aquecimento a 105° C em estufa, até massa constante, segundo método da AOAC (2005).

Análise Sensorial

Trinta provadores não treinados, entre estudantes e funcionários do Departamento de

Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” ESALQ/USP, foram voluntários para a análise sensorial, considerando-se a sua disponibilidade e o seu interesse para avaliar a diferença sensorial entre as amostras de tomates secos.

Para a realização dos testes sensoriais, as amostras, em número de duas, foram oferecidas aos provadores em pratos de porcelana, numerados com algarismos de três dígitos, recobertos com filmes de polietileno tereftalato. Cada provador foi orientado a provar as amostras da esquerda para a direita, tomar água entre as amostras e apresentar na escala hedônica estruturada mista de nove pontos o quanto gostou ou desgostou de cada amostra para os atributos cor, sabor, aroma e impressão global dos produtos (9 = gostei muitíssimo; 1 = desgostei muitíssimo), de acordo com Meilgaard (1991). Todos os indivíduos provaram as amostras em cabines individuais equipadas com lâmpadas coloridas para a sua avaliação global (Figura 1).

Figura 1- Ficha de teste hedônico de tomate seco e desidratado

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo duas amostras de tomate seco. Avalie cada uma das amostras codificadas e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra.

9 – Gostei muitíssimo

8 – Gostei muito

7 – Gostei moderadamente

6 – Gostei ligeiramente

5 – Não gostei, nem desgostei

4 – Desgostei ligeiramente

3 – Desgostei moderadamente

2 – Desgostei muito

1 – Desgostei muitíssimo

Amostra	Sabor	Aroma	Cor	Impressão Global

Observações

Análise estatística dos resultados

O conjunto de dados obtidos nas avaliações físico-químicas e sensorial foi avaliado através do programa Statistical Analysis System (SAS, 2007) e submetido à análise de variância (ANOVA) para o teste F. A diferença estatística das médias, ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$), foi

determinada pelo teste de Tukey.

3 Resultados e Discussão

Tempo do processo

Como os tratamentos envolveram a osmose prévia, com abaixamento da atividade de água pelos ingredientes NaCl e sacarose, optou-se por fazer a desidratação até umidade final de 40-50%, obtendo-se, com isso, um tempo aproximado de 20 horas (Tabela 1).

Tabela 1 - Umidade em relação ao tempo de secagem do mini-tomate, em secador convencional adiabático

Cultivar e umidade	Tempo (h)
Sweet 80%	6
Sweet 70%	10
Sweet 60%	14
Sweet 50%	20

Em secador solar não foi possível fazer um tempo médio em relação à umidade, pois não é possível controlar sua temperatura, esta depende das condições meteorológicas, época do ano e grau de insolação. No caso desse trabalho o produto foi seco entre março e junho, cada secagem durou em média 3 a 4 dias e a temperatura do secador chegou ao máximo de 60 °C (Tabela 2).

Tabela 1 - Resultados obtidos para umidade final dos diferentes tratamentos e tomate *in natura*

Tratamentos	U%
Tomate desidratado (desidratador convencional)	39,43 ^a +0,50
Tomate seco (secador solar)	47,15 ^b +0,77
Tomate <i>in natura</i>	90,17 ^c +0,12

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey.

O tratamento de secagem pelo secador solar não foi tão efetivo na obtenção da umidade desejada quanto à desidratação convencional, embora esse produto tenha tido 27 horas de exposição solar (3 dias de secagem, ou 72 horas no total entre as horas de exposição e de recolhimento). No entanto, a umidade de 47,15%, obtida no secador solar, foi tão efetiva quanto à umidade de 39,43%, obtida no desidratador convencional, para a inibição do crescimento microbiano para até 90 dias de armazenamento.

Rendimento

Quanto ao rendimento, para o desidratador convencional foram usados 20 kg de tomates *in natura*, com umidade inicial de 90,17%, e final de 39,43, obteve-se 2,87 kg de tomate seco, com

rendimento final de 14,35%, ainda considerado mais alto que tomates grandes de variedades comuns que ficam 8 a 12% (RAUPP, 2009).

Foi calculado também o rendimento em embalagens de vidros de 250 g, com 60% de tomates mais condimentos e 40% da mistura de óleo de oliva e óleo de soja a 50% cada, o resultado foi de 20 embalagens para cada 20 kg de tomates cereja secos convencionalmente.

Para tomates secos em secador solar, foram usados também 20 kg de tomates *in natura* com umidade inicial de 90,17%, e umidade final de 47,15%, originando 3,77 kg, com rendimento de 18,85%, maior que o obtido no secador convencional. Em embalagens de 250 g, obteve-se o rendimento de 25 potes. Esse rendimento maior é explicado pela a umidade do tomate seco em secador solar ser maior que o seco no desidratador adiabático. Portanto os rendimentos foram semelhantes para cada tomate, se for considerado em termos de matéria seca.

Análises Microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas para os quatro períodos de armazenamento, 0, 30, 60 e 90 dias, não apontaram presença de *Salmonella*, coliformes totais e termotolerantes e *Staphylococcus aureus* atendendo aos padrões microbiológicos estabelecidos.

Análises físico-químicas

Cor instrumental

A secagem e desidratação do tomate cereja influenciaram na tonalidade avermelhada do mesmo, com perda de pigmento. A perda de cor dos tomates submetidos ao desidratador convencional se diferenciou do secador solar e do *in natura*, evidenciando o processo de caramelização, mais intenso no secador convencional (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias da coloração de tomates desidratados e secos no secador solar e do tomate *in natura*

Tratamento	L	a*	b*	Hue	Croma
Secador Convencional	27,02 ^a +4,30	11,00 ^b +2,38	11,50 ^b +1,33	46,32 ^a +7,24	16,06 ^c +1,90
Secador Solar	28,96 ^a +5,90	14,86 ^b +0,63	18,84 ^a +4,17	51,18 ^a +6,18	24,08 ^b +2,34
Tomate "In natura"	33,23 ^a +1,85	24,84 ^a +1,38	25,07 ^a +2,00	45,24 ^a +2,59	35,31 ^a +1,97

* Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey

Não houve diferença significativa nos valores L* e ângulo de cor Hue entre os dois tratamentos e o *in natura*, ou seja, os tratamentos de desidratação e secagem solar, não afetaram o escurecimento e a tonalidade dos tomates cereja.

Em relação ao valor a*, houve variação somente para os tratamentos em relação ao tomate *in natura*. Portanto, pode-se constatar que a secagem e desidratação do tomate cereja influenciaram na tonalidade avermelhada do mesmo, com perda de pigmento. Isso se deve à caramelização que

ocorre quando compostos polidroxycarbonilados (açúcares ou certos ácidos) são aquecidos a temperaturas relativamente altas, há uma desidratação dos açúcares com a formação de aldeídos muito ativos. Hidrometilfurfural é muitas vezes um produto intermediário, sendo capaz de sofrer polimerização originando as melanoidinas (GAVA, 2002).

Houve também diferença significativa para o valor b^* e cromaticidade entre os tratamentos, cuja perda de cor dos tomates submetidos ao desidratador convencional se diferenciou do secador solar e do *in natura*, evidenciando o processo de caramelização. Mudanças de cor são produtos de várias reações, incluindo-se a de Maillard, com condensação de hexosas e componentes aminos, polimerização de fenol e destruição de pigmentos (FELLOWS, 2006).

pH, Teor de Sólidos Solúveis, Acidez Titulável e Ratio

De acordo com a Tabela 4, entre os tratamentos com secagem solar e desidratação convencional o pH não teve diferença significativa. Já com o tomate *in natura* houve uma diferença bem significativa em relação aos tratamentos.

Tabela 4 - Médias de pH, TSS (°Brix), AT (%) e Ratio de mini-tomates desidratados e secos no secador solar e do tomate *in natura*

Tratamentos	pH	TSS (°Brix)	AT (%)	Ratio
Secador convencional	3,78 ^b +0,16	29,7 ^a +4,05	0,80 ^a +0,06	37,34 ^a +8,00
Secador solar	3,94 ^b +0,03	25,3 ^a +0,86	0,74 ^a +0,02	31,89 ^a +2,00
Tomate <i>in natura</i>	4,20 ^a +0,05	8,67 ^b +0,57	0,63 ^b +0,02	13,80 ^b +0,16

* Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey

O teor de sólidos solúveis (TSS) indica a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa de frutas e tem tendência de aumento com a maturação. São constituídos principalmente de açúcares, sendo variáveis com espécies e cultivar, o estágio de maturação e o clima. Os açúcares acumulados constituem-se as principais substâncias químicas das frutas e hortaliças para tecnologia (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Houve diferença significativa para o TSS. As amostras diferiram entre os dois tratamentos, solar e convencional, e em relação também ao tomate Sweet Grape *in natura*; com a perda de água os sólidos solúveis (SS) tendem a se concentrar, pois não se encontram mais tão dissolvidos na solução (CAMARGO, 2005).

A acidez titulável (AT) se expressa em porcentagem do ácido predominante, como representante da acidez total titulável. Com o amadurecimento as frutas perdem rapidamente a acidez, mas em alguns casos, há um pequeno aumento de valores com o avanço na maturação. A acidez pode ser utilizada em conjunto com a doçura, como ponto de referência do grau de maturação do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005). No presente trabalho, não houve diferença significativa entre os dois tratamentos, em relação à acidez titulável (AT).

No entanto, o ratio, relação entre SS e acidez titulável (AT), apresentou diferença estatística entre os tratamentos e o tomate *in natura*. Entre os tratamentos não houve diferença significativa. O ratio representa uma “medida” de sabor do produto, principalmente o relacionado ao gosto doce. Segundo Kader et al. (1978), o fruto do tomateiro é considerado de excelente sabor quando apresenta relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/At) superior a 10.

Características Físico-Químicas e Sensoriais dos Tomates Secos e Desidratados Comparando-se Tratamentos e Períodos de Armazenamento

Analisando-se o desidratador adiabático e o secador solar, pode-se observar que para todos os parâmetros analisados (TSS, AT, ratio, pH, L*, a*, b*, ângulo de cor hue, cromaticidade e U%), apenas o ângulo de cor Hue não foi significativo para os diferentes tratamentos. Quanto aos períodos analisados (0, 30, 60, 90 dias), os resultados não foram significativos para TSS, RATIO, hue e U%. A relação desidratador-secador x período de armazenamento, não apresentou resultados significativos para b*, hue, croma e U% (Tabela 5).

Tabela 5 - Médias das características físico-químicas e umidade, de tomates desidratados no secador solar, marinados, e armazenados em diferentes períodos

Período	TSS (°Brix)	AT (%)	Ratio	pH	L	a*	b*	Hue	Croma	U%
0	26,61 ^a	0,77 ^a	34,82 ^a	3,86 ^a	27,99 ^a	12,97 ^a	15,17 ^a	48,55 ^a	20,07 ^a	43,28 ^a
30	27,42 ^{a+}	0,87 ^a	31,35 ^a	3,69 ^{bc}	14,31 ^b	5,68 ^b	6,94 ^b	50,51 ^a	8,99 ^b	42,69 ^a
60	23,25 ^a	0,9 ^a	31,86 ^a	3,59 ^c	16,17 ^b	5,04 ^b	8,56 ^b	59,14 ^b	10,18 ^b	43,96 ^a
90	24,67 ^a	0,99 ^a	28,79 ^a	3,77 ^{ab}	7,10 ^c	6,46 ^b	8,76 ^b	48,12 ^a	9,68 ^b	42,40 ^a

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey.

Houve perda significativa na coloração vermelha durante o período de armazenamento. Na maioria das frutas e vegetais verdes, a degradação da cor é manifestada pela perda da clorofila e pelas sínteses de carotenoides, provocando mudanças de cor verde para cor marrom (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Durante o processo térmico de desidratação a estrutura do tomate entra em colapso e isto pode resultar no aumento dos níveis de compostos fenólicos e de enzimas oxidativas, liberados de suas matrizes celulares (TOOR; SAVAGE, 2006). Vários autores relataram diminuições nos valores de a* (redução da cor vermelha) devido ao tratamento térmico de tomates (TOOR; SAVAGE, 2006; SHI et al., 1999)

A coloração apresentou diferença significativa do primeiro dia em relação aos demais períodos de armazenamento para os valores L*, a*, b* e croma, denotando escurecimento, pelo valor L*, e perda de pigmentos, indicado pelos demais parâmetros a*, b* e croma. O ângulo de cor

hue apresentou um ligeiro acréscimo aos 60 dias de armazenamento, expressando amarelecimento dessas amostras.

Para o teor de sólidos solúveis (TSS), acidez titulável, ratio e umidade, não houve diferença significativa entre os quatro períodos. Em relação ao pH houve diferença significativa em todo o período de armazenamento, com maiores valores para o primeiro e último dia. Entretanto, nenhum valor ultrapassou 4,5, ou seja, o valor crítico estipulado para o crescimento de microrganismos patogênicos (SPOTO, 2006).

Análise Sensorial

Com o objetivo de se avaliar a estabilidade da vida útil dos tomates, seco e desidratado, a partir do Sweet Grape, foram realizados testes sensoriais com 30 provadores no período de 90 dias de armazenamento (Tabela 6).

Tabela 6 - Médias de atributos sensoriais de tomates desidratados e secos no secador solar

Tratamentos	Cor	aroma	textura	Sabor	Impressão global
Tomate desidratado (Desidratador convencional)	5,80 ^a +- 1,58	6,80 ^a +- 2,13	5,66 ^a +- 1,50	5,80 ^a +- 1,55	6,30 ^a +-1,51
Tomate seco (Secador solar)	7,60 ^b +- 1,50	7,67 ^b +- 1,20	7,33 ^b +- 1,56	7,40 ^b +- 1,24	7,80 ^b +-1,10

* Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si a $p < 0,05$ pelo Teste de Tukey

Houve diferença significativa entre os tratamentos, em que o tomate seco em secador solar obteve médias mais elevadas em todos os atributos. Os tomates desidratados em desidratador convencional obtiveram médias que ficaram entre “não gostei e nem desgostei” e os tomates secos em secador solar receberam notas que ficaram entre “gostei moderadamente e gostei muito” (Tabela 6).

Raupp et al. (2007) relataram que tomates secos a temperaturas muito elevadas levam a textura mais dura e sabor desagradável. Segundo Chaves e Sproesser (2005), a frequência de aceitabilidade em tomates comuns, deve ser maior do que 70 % para o produto ser considerado aceito para o comércio.

Entre as observações dos provadores, a mais citada foi o excesso de sal, e a textura mais dura do tomate desidratado convencionalmente, isso pode ser explicado, devido a temperatura nesse tratamento ultrapassar dos 60°C o que resultou em um produto mais duro e mais com umidade mais baixa, como relatou Raupp et al. (2007) em estudos com tomates comuns. Já o tomate seco em energia solar foi mais bem aceito pelos provadores devido à sua textura mais tenra e a conservação do sabor do tomate.

4 Conclusões

É possível chegar a uma temperatura ideal para secagem de tomates num secador solar, mas o tempo é maior que no desidratador convencional.

O desidratador e o secador solar apresentaram diferentes alterações no produto, porém no período de armazenamento proposto nesse trabalho, não houve alteração significativa nas avaliações físico-químicas do produto, comparando-se os processos de desidratação e secagem solar.

A análise sensorial mostrou preferência para o produto obtido do secador solar em relação ao desidratado.

Também o período de vida útil do produto obtido do secador solar foi preservado, tanto microbiologicamente, quanto suas características físico-químicas e sensoriais.

ABSTRACT

The tomato is one of the vegetables are more scientifically investigated, due to its commercial importance. The tomato can, by appropriate processing, to origin numerous products, some of high consumption in Brazil. By this study was evaluated the dehydration process of cherry tomato by solar and conventional dryers. The Sweet Grape cherry tomatoes passed through the drying process to obtain moisture levels between 35% and 50%. The color, pH and acidity were observed of fresh and processed tomatoes, and their behavior during storage after processed in 0, 30, 60 and 90 days, thus confirming its stability. It was also pre-freezing to achieve loss of water and easier the dehydration. The quality evaluation of the final product was made by physic-chemical, microbiological and sensory analysis. There was a statistical difference between solar and conventional dryers for all measured parameters, but had not significant change by storage period.

Key-words: Sweet grape; Dehydration; Solar dryer; Dried tomatoes; Freezing

Referências

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**, 18th ed. Gaithersburg, 2005. Chap. 37; 42, p. 7. 10-11; 2-3.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária-RDC 12 e 25, 2001. Disponível em: www.anvisa.com.br. Acesso em: 14 jan. 2009.

CAMARGO, G.A.; **Secagem de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) para conserva: estudo de parâmetros com base na qualidade final**. Campinas, 2000. 72p Dissertação (Mestrado na área de Engenharia Agrícola) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Campinas, 2000.

CAMARGO, G. A.; **Novas Tecnologias e Pré-Tratamentos: Tomate Seco Embalado a vácuo**. Campinas/SP: UNICAMP, 2005. 175 p. Tese (Doutorado) - Programa de Doutorado em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas SP, 2005.

CHAVES, J. B. P.; SPROESSER, R. L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: UFV, 2005.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. Lavras Editora UFLA, 2005. 785 p.

ESALQ - Divisão de biblioteca e documentação. **Manual de desidratação solar de frutas ervas e hortaliças**, Piracicaba: ESALQ,2006. 48p. (Série Produtor Rural, 33).

FAO Production crops. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/>> Acesso em: 23 junho 2012.

- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Práticas**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p
- GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 2002. 242p.
- IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola 2011/12. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/download/estatistica.shtm>>. Acesso em: 23 junho 2012.
- KADER, A. A., MORRIS, L. L.; STEVENS, M. A., ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Universidade da Califórnia, v. 113, n. 5, p. 742- 745, 1978.
- MEILGAARD, M. CIVILLE, V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 1991. 354p.
- MORETTI, C. L. **Injúria interna de impacto de frutos de tomate**: Fisiologia e conservação pós-colheita. Viçosa, 1998. 102 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa
- NACHTIGALL, A. M.; FONSECA, A. S.; MACHADO, M. R. G.; VENDRUSCOLO, C. T.; GULARTE, M. A. Desenvolvimento de tomate desidratado em conserva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SBCTA, 2000, v. 3, p. 11.88.
- SACKS, E. J.; SHAW, D. V. Optimum allocation of objective color measurements evaluating fresh strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 119, n. 2, p. 330-334, 1994.
- SANINO, A. **Conservação de tomate (*Lycopersicum esculentum*) "Débora" submetido a diferentes condições de resfriamento e aquecimento**, 2004. 63p. Dissertação (Mestrado na área de Engenharia Agrícola) - Universidade de Campinas, Campinas, 2004.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Disponível em: <http://sbirt.ibict.br/upload/sbrt900-3.html>. Acesso em: 16 jan. 2010
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. SAS/QC software: usage and reference (version 9.2). Cary, 2007. CDROM.
- SHI, J.; L. M.; KAKUDA, Y.; LIPTAY, A.; NIEKAMP, F. Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. **Food Research International**, v. 32, n. 1, p. 15-21, 1999. [http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969\(99\)00059-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0963-9969(99)00059-9)
- SPOTO, M. H. F. Conservação de frutas e hortaliças pelo calor. In: OETTERER, M; D'ARCE, M. A. B. R; SPOTO M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri: Manole, 2006. Cap. 11, p 530-559.
- TOOR, R. K.; SAVAGE, G. P. Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. **Food Chemistry**, v. 94, n. 1, p. 90-97, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.054>
- TRANI, P. E.; PASSOS, F. A; MELO, A. M. T. ; RIBEIRO, I. J. A. Avaliação da produtividade e qualidade comercial de quatro Genótipos de tomate do tipo “cereja”. In: WORKSHOP TOMATE NA UNICAMP: PESQUISAS E TENDÊNCIAS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2003. p. 82-83.
- VIEITES, R. L.; NEVES, L. T. B. C.; SILVA, A. P. Utilização da embalagem de polietileno e de diferentes tipos de ceras, em condições ambiente e sob refrigeração, na conservação do tomate. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1, 1998, Rio de Janeiro. **Anais: Alimento, População e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira Ciência e Tecnologia de Alimentos - Regional Rio de Janeiro, 1998. p. 399-402.

Submetido em 31 out 2012, Aceito para publicação em 07 jun. 2013.