INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE SECAGEM NA QUALIDADE DO TOMATE DESIDRATADO

Marcelo Sá Teles[1]; Reni Saath[2]; Gustavo Soares Wenneck[3]; Bruna Thaís de Morais Pereira[4]; Silvia Maraya Ferreira[5]; Flávia Silva Carvalho[6]

[1]Graduando em Agronomia; Universidade Estadual de Maringá - UEM/Sede, Maringá – PR; marcelo.fellow@gmail.com
[2] Orientadora Engenheira Agrícola, Prof.ª, Doutora; Centro de Ciências Agrárias, DAG, UEM/Sede, Maringá - PR; rsaath@uem.br
[3]Graduando em Agronomia; Universidade Estadual de Maringá - UEM/Sede, Maringá – PR; gustavowenneck@gmail.com
[4]Graduanda em Agronomia; Universidade Estadual de Maringá - UEM/Sede, Maringá – PR; bru.namorais@hotmail.com
[5]Graduanda em Agronomia; Universidade Estadual de Maringá - UEM/Sede, Maringá – PR; silviamarayaferreira@gmail.com
[6]Engª Agrônoma, Prof.ª Doutora; Centro de Ciências Agrárias, DAG, UEM/Sede, Maringá – PR; flcarvalhoblg@gmail.com

RESUMO

Muitos alimentos passam pelo processo de secagem por necessidade de conservação, por exemplo sementes de abóbora, outros para adquirirem sabores refinados, como o tomate seco, cujo valor agregado alcança benefícios monetários. Um planejamento experimental em bloco ao acaso foi realizado, analisando-se a influência do processo de secagem na redução do teor de água e na qualidade do tomate seco desidratado por condução e por convecção forçada do ar. À desidratação do tomate aplicou-se três temperaturas (60, 70 e 80°C). Por gravimetria redução de água, concentração de sólidos e qualidade do produto indicam relação direta à velocidade do processo de desidratação; enquanto a secagem com fluxo de ar produz tomates secos com qualidade, na secagem por condução a temperatura e a geometria causou danos visíveis as características qualitativas do tomate seco. A redução no teor de água foi crescente na fase inicial e decrescente no final do processo para ambos os materiais desidratados; em função do menor tempo de exposição do produto a temperatura com fluxo de ar, foi perceptível uma variação entre as frações de tomate, cujo maior tempo de exposição resultou numa maior alteração das variáveis aparência, cor, sabor e aroma do tomate seco.

PALAVRAS-CHAVE: Produção excedente; Segurança alimentar; Valor agregado.

1 INTRODUÇÃO

Da produção agrícola do País, parte dos vegetais não chega à mesa do consumidor. Das perdas, hoje em média 30%, o desperdício é um agravante característico no Brasil. Agregar valor à essa matéria-prima de forma a conservá-la por mais tempo e aumentar suas possibilidades de utilização. Neste sentido, devido a ampliação do consumo e da evolução das técnicas de preparo, o tomate seco chama a atenção como uma interessante atividade econômica (SEBRAE 2014).

Além de possibilitar uma alternativa de renda para agricultores e profissionais ligados a cadeia de produção e comercialização, a secagem e/ou desidratação sugere ser uma técnica viável para aproveitar o excedente da produção, disponibilizando para o mercado consumidor produtos estáveis e seguros.

Acerca da competitividade, a evolução das técnicas de preparo e consumo do tomate seco potencializa-o como atividade econômica, cujo sucesso depende, além dos aspectos de eficiência do processo e viabilidade econômica, da satisfação ao sabor e expectativas do consumidor. É importante registrar que existe a sazonalidade, que limitará o mercado de tomate, fazendo com que ocorra um aumento de preço na matéria-prima, ocasionando um aumento de preço no produto final.

Quanto a aplicação de calor sob condição controlada à remoção de parte da água presente no material vegetal por evaporação, na secagem elevadas temperaturas podem causar perdas de matéria seca e/ou alterações nutricionais. Contudo, a menores temperaturas, o processo requer maior tempo de exposição do produto ao calor, cujo período, além de elevar o consumo energético e o custo final (JORGE et al., 2013), pode provocar mudanças nas características físico-químicas com reflexo negativo nos atributos sensoriais do produto.

Assim, interesse crescente pela qualidade e agregação de valor em produtos hortícolas excedente têm inserido estudos com propósitos à investigação dos parâmetros de secagem e aplicação de novas tecnologias que minimizem os danos causados pelo calor à cor, textura, ao

sabor e perda de nutrientes (CAMARGO; HAJ-ISA; QUEIROZ, 2007; MOURA; JORGE et al., 2015; RODEIRO, 2008; MUNHOZ et al., 2011). Neste contexto, objetivou-se averiguar a influência dos processos de secagem por condução e por convecção forçada do ar sobre as características qualitativas de tomate seco.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Depois higienizados em solução de hipoclorito e secos em papel absorvente, dos tomates de coloração vermelha para cada tratamento utilizou-se 12 frutos, que foram cortados em relação ao eixo maior do fruto, em metades (T_1), em três partes (T_2) e em quatros partes (T_3), retiradas as sementes, lavados em água destilada, secos novamente com papel absorvente, pesados e distribuídos em bandejas aço inoxidável (60x60cm) e submetidos a secagem em secador de bandejas à temperatura (60, 70, 80°C) por condução e por convecção forçada do ar à 0,50 m s^{-1}; alternadas de posição e pesada em intervalos (15 min) nas 6h iniciais e de 1h até umidade de 15±0,2% em base seca (bs), estimado através da redução de massa (Equação 1) e o consumo energético (CE) utilizando balanço energético e desconsiderando a energia dissipada (Equação 2).

$$M_f = M_i \frac{100-U_i}{100-U_f} \quad \text{(Equação 1)}$$

$$Ce = Pot \times t \quad \text{(Equação 2)}$$

Sendo: M_f: massa final do produto seco (g), M_i: massa inicial úmida (g), U_i: teor de água inicial do produto fresco (% bs); U_f: teor de água final do produto seco (% bs).

Quanto à qualidade do tomate seco, pela análise sensorial afetiva, os atributos aparência, cor, aroma, sabor e textura indicaram o índice de aceitabilidade e a intenção de compra do produto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando-se a eficiência do processo, no consumo energético total (Tabela 1), para as temperaturas utilizadas por operação (kWh) pode ser observado que, pelo consumo energético do sistema de secagem por circulação forçada de ar aquecido, em média o valor é 36-43% menor do que a secagem por condução, para obtenção de tomate seco (1 Kg).

Tabela 1: Caracterização do consumo energético dos métodos de secagem de tomate por condução e por circulação de ar aquecido a diferentes temperaturas

Processos de Secagem		Estudo energético											
		Consumo hora (kW kg^{-1})			Tempo secagem (h)			η (%)			Consumo total (KWh)		
	(°C)	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3
Por condução	60	655	652	649	33	30	27	6,0	6,2	6,3	71	69	67
	70	641	638	632	32	28	25	6,1	6,4	6,6	65	64	62
	80	634	631	629	27	24	22	6,0	6,3	6,5	63	62	60
Por circulação de ar	60	351	349	343	24	22	20	7,1	7,3	7,5	45	44	40
	70	342	339	332	18	16	12	7,7	7,8	7,7	40	38	35
	80	336	327	319	15	12	8	7,8	8,1	8,6	36	33	26

Ainda, dos métodos de secagem aplicados para o fomento de resultado, em função do produto obtido, ficou evidente a influência da tecnologia no processo de secagem, uma vez que, as características físicas, químicas e sensoriais de tomate seco desidratado utilizando o processo de secagem artificial por condução e por circulação de ar em estufa são muito diferentes (Quadro 1).

Quadro 1: Frequência de aceitação e rejeição do tomate após a secagem por condução e por circulação forçada com três temperaturas, para os atributos avaliados pelos provadores no teste sensorial afetivo

Resposta	Processo	Temperatura	Frequência (%) por atributo				
		(°C)	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura
Aceitação	Condução	60	56,3 bB	65,0 bB	53,8 cB	60,0 bB	61,3 bB
		70	61,3 aB	67,5 aB	54,5 bB	59,3 bB	63,0 aB
		80	55,3 bB	64,5 bB	55,0 bB	61,3 aB	61,3 bB
	Circulação	60	79,3 aA	78,5 aA	89,0 aA	94,3 aA	96,3 aA
		70	78,8 aA	78,8 aA	88,8 aA	93,8 aA	91,3 aA
		80	71,3 bA	67,5 bA	67,5 bA	66,3 bA	70,0 bA
Indiferentes	Condução	60	16,2 aA	15,9 bA	17,8 bA	20,0 aA	21,3 aA
		70	11,9 bA	20,5 aA	21,5 bA	17,3 bA	13,0 cA
		80	17,4 aA	21,5 aA	28,0 aA	13,3 cA	17,3 bA
	Circulação	60	13,7 aB	12,8 bB	5,8 bB	1,8 bB	6,3 bB
		70	8,9 bB	10,5 bB	4,5 cB	1,3 cB	6,0 bB
		80	15,3 bB	17,5 aB	7,5 aB	2,3 aB	7,0 aB
Rejeição	Condução	60	27,5 aA	15,9 aA	18,8 aA	20,0 bA	19,3 aA
		70	11,3 cA	7,9 cA	5,5 bA	11,3 cA	11,0 bA
		80	16,3 bA	12,5 bA	8,9 bA	26,3 aA	21,3 aA
	Circulação	60	7,3 aB	6,5 bB	5,0 bB	4,3 bB	2,3 bB
		70	5,5 bB	4,8 cB	4,1 cB	3,8 bB	2,3 bB
		80	7,8 aB	7,5 aB	6,5 aB	6,3 aB	3,0 aB

*Aceitação=soma das frequências das notas 5 a 7, **Indiferentes =frequência da nota 4, ***rejeição=soma das frequências das notas 1 a 3; n=100 provadores
Médias seguidas pela mesma letra, minúscula, para temperatura e maiúscula para método de secagem, na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott* ($p > 0,05$).

Considerando-se o resultado dos atributos avaliados (Quadro 1), verificou-se no processo com circulação de ar forçado que a frequência de aceitação registrada foi superior a 70%, independente do atributo analisado e da temperatura aplicada. Ainda, os dados obtidos sugerem a inviabilidade do processo por condução (Quadro 1) corroborando com Jorge et al. (2015) Kowalski e Pawlowski (2011) e Liu et al. (2012), ao reportar que, além de custo elevado, no método de secagem por condução, o produto obtido apresenta-se com qualidade inferior. Ocorreu mais rejeição a tomates secos cuja secagem por condução a 60ºC foi para os atributos aparência, cor e aroma e a 80ºC para os atributos sabor e textura (Quadro 1). Sugerindo que o processo refletiu negativamente na qualidade do produto, semelhante ao reportado por Kowalski e Pawlowski (2011).

Como relatado por Raupp et al. (2007), temperaturas muito elevadas levam a textura mais dura e sabor desagradável do produto. As amostras de tomate seco a 80ºC apresentaram o menor tempo de secagem (Tabela 1), e tiveram rejeição para os atributos aparência, cor e aroma comparável ou inferior a tomates secos pelo processo com circulação forçada. Os tomates secos do processo de secagem por condução obtiveram os menores percentuais de frequência de aceitação para dos os tributos avaliados, comparado as temperaturas de secagem do processo com circulação forçada (Quadro 1). Essas observações corroboram com os resultados reportados por Camargo; Haj-Isa; Queiroz (2007); Cruz; Braga; Grandi (2012) e Munhoz et al. (2011).

Embora alguns julgadores manifestassem rejeição, todos os produtos foram aceitos, mas somente o produto proveniente do processo de secagem por circulação de ar forçado apresenta-se no padrão conforme legislação vigente. Deve-se salientar que o sabor levemente alterado nos tomates secos obtidos pela desidratação por condução foi percebido pela comissão avaliador, observados nos comentários escritos na ficha sensorial de 65% dos julgadores, cujos tratamentos apresentaram um maior índice de rejeição (Quadro 1).

Quanto a relação entre o resultado das características químicas dos tomates secos (Tabela 2) e a aceitação do produto (Quadro 1), verificou-se a preferência pelo tomate seco obtido pela secagem com circulação do ar forçado à 60 e 70°C ter proporcionado um produto com melhores atributos sensoriais (Quadro 1), sugerindo que o produto manteve o índice aromático característico (Tabela 2).

Tabela 2: Valores médios de pH, acidez (%) e sólidos solúveis (ºbrix) do tomate tipo italiano (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Tratamento	pH	Acidez ($\mu g\ g^{-1}$)	Sólidos solúveis (ºBrix)
In natura	4,22 ± 0,25	0,39 ±0,08	6,2 ±0,12 *
T_1	4,01 ±0,19	0,34 ±0,04	25,8 ±0,08
T_2	3,98 ±0,17	0,34 ±0,04	25,9 ±0,08
T_3	3,93 ±0,18	0,33 ±0,04	27,2 ±0,06

* Significativo; valores médios; ± erro padrão (três repetições)

Independente do processo, houve elevada concentração no conteúdo de SST para o tomate seco comparado ao tomate *in natura* (Tabela 2), o tratamento de secagem em estufa por condução resultou em produtos que sofrem maiores alterações pelo tratamento térmico, devido ao tipo de transferência de calor por condução, cujo produto apresentou um produto com qualidade sensorial inferior (Quadro 1), que corrobora com as observações de Montevali, Manaei e Khoshtagaza (2011).

REFERÊNCIAS

CRUZ, P.M.F.; BRAGA, G.C.; GRANDI, A.M. Composição química, cor e qualidade sensorial do tomate seco a diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1475-1486, 2012.

JORGE, A.; KUBASKI, E.T.; ALMEIDA, D.M.; TEBCHERANI, S.M. A gestão de processos como alternativas para processos de secagem de tomate. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO, 33., 2015. **Anais...** 14p.

CAMARGO, G.A.; HAJ-ISA, N.; QUEIROZ, M.R. Avaliação da qualidade de tomate seco em conserva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.11, n.5, p.521-526, 2007.

KOWALSKI, S.J.; PAWLOWSKI, A. Energy consumption and quality aspect by intermittent drying. **Chemical Engineering and Processing**, v. 50, p.384–390, 2011.

LIU, P.; ZHANG, M.; MUJUMDAR, A.S. Comparison of three microwave-assisted drying methods on the physiochemical, nutritional and sensory qualities of re-structured purple-fleshed sweet potato granules. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, p. 141–147, 2012.

MONTEVALI, A.; MINAEI, S.; KHOSHTAGAZA, M.H. Evaluation of energy consumption in different drying methods. **Energy Conversion and Management**, v. 52, p.1192–1199, 2011.

MUNHOZ, C.L.; UMEBARA, T.; BRANCO, I.G.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E.J. Caracterização e aceitabilidade de tomate seco. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 05, n. 01, p. 252-262, 2011.

RAUPP, D.S.; GABRIEL, L.S.; VEZZARO, A.F.; DAROS, P.A.; CHRESTANI, F.; GARDINGO, J.R.; BORSATO, A.V. Tomate longa vida desidratado em diferentes temperaturas de secagem. **Acta Scientiarum.Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 33-39, 2007.

SEBRAE **Ideias de Negócios**: como montar uma fábrica de tomate seco. 2014, 69p. Disponível: <www.sebrae.com.br>.