



ISSN: 2525-815X

# Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: [www.jeap.ufrpe.br/](http://www.jeap.ufrpe.br/)

10.24221/JEAP.4.3.2019.2548.187-194



## Curva de secagem solar e avaliação físico-química da manga “Espada” Solar drying curve and physical-chemical assessment of the “Sword” mango

Bruno Emanuel Souza Coelho<sup>a</sup>, Mayane Mendes do Nascimento<sup>a</sup>, Itamara Raynne Bessa de Carvalho<sup>a</sup>, Karla dos Santos Melo de Sousa<sup>a</sup>, Neiton Silva Machado<sup>a</sup>, Acácio Figueiredo Neto<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF, *Campus* Ciências Agrárias, Colegiado de Engenharia Agrônômica, Rodovia BR 407, KM 119, Lote 543 PSNC, s/n, C1, Petrolina/PE. CEP: 56300-990. E-mail: [souza.coelho.18@gmail.com](mailto:souza.coelho.18@gmail.com), [mayanemendes26@gmail.com](mailto:mayanemendes26@gmail.com), [itamara.rayanny@hotmail.com](mailto:itamara.rayanny@hotmail.com), [karla.smsousa@univasf.edu.br](mailto:karla.smsousa@univasf.edu.br), [neiton.machado@univasf.edu.br](mailto:neiton.machado@univasf.edu.br).

<sup>b</sup> UNIVASF, *Campus* Ciências Juazeiro, Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, Avenida Antonio Carlos Magalhães, 510 - Santo Antônio, Juazeiro/BA. CEP: 48902-300. E-mail: [acacio.figueiredo@univasf.edu.br](mailto:acacio.figueiredo@univasf.edu.br).

### ARTICLE INFO

Recebido 16 Jun 2019

Aceito 09 Jul 2019

Publicado 10 Jul 2019

### ABSTRACT

Brazil was the first country in America to grow the mango tree, and among the most cultivated varieties in the northeast, the sword is a fruit that has a great acceptance in the market. Drying of agricultural products stands out as one of the most promising means of conservation when made using solar energy because it is a cheap, clean, free and abundant resource in Brazil. In view of the above, the objective of this study was to evaluate the efficiency of a low cost solar dryer for the drying of the cv. 'Espada' and establish the attributes of the final product aiming let this technology of low cost to the small producer, generating another source of income. The mangoes were submitted to solar drying and the dehydrated fruit was analyzed for the physical-chemical parameters: acidity, pH, soluble solids, moisture, total solids, vitamin C and color ( $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$ ). The results show that solar drying in the production of mangoes is a viable alternative, which provides a nutritional increase and a more attractive coloration to the product, minimizes the post-harvest losses, besides being a technology with high potential to improve the income of family farmers.

**Keywords:** *Mangifera indica*, family agriculture, post-harvest, vitamin C.

### RESUMO

O Brasil foi o primeiro país da América a cultivar a mangueira, e dentre as variedades mais cultivadas no nordeste têm-se a espada, esta é uma fruta que possui uma grande aceitação no mercado. A secagem de produtos agropecuários destaca-se como um dos meios de conservação mais promissores quando feita utilizando energia solar por ser um recurso barato, limpo, gratuito e abundante no Brasil. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de um secador solar de baixo custo para a secagem da manga cv. 'Espada', além da definição dos atributos do produto final visando levar esta tecnologia de baixo custo para o pequeno produtor, gerando mais uma fonte de renda. Para isso, as mangas foram submetidas à secagem solar e o fruto desidratado foi analisado quanto aos parâmetros físico-químicos: acidez, pH, sólidos solúveis, umidade, sólidos totais, vitamina C e de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ). Os resultados demonstram que a secagem solar na obtenção de manga-passa é uma alternativa viável, que proporciona um incremento nutricional e uma coloração mais atrativa ao produto, minimiza as perdas pós-colheita, além de ser uma tecnologia com alto potencial para melhorar a renda dos agricultores familiares.

**Palavras-Chave:** *Mangifera indica*, agricultura familiar, pós-colheita, vitamina C.

### Introdução

A mangueira (*Mangifera indica* L.) pertence à família das Anacardiáceas e foi

introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI e plantada no Rio de Janeiro, tornando o Brasil o primeiro país da América a cultivar a mangueira (Souza et al., 2016; Camargo et al., 2004).

Atualmente, no Brasil, a produção de mangas está concentrada na região Sudeste e Nordeste, que somam 98,8% da produção nacional, o equivalente, no ano de 2016, a 990.300 toneladas; na região Nordeste, os principais estados produtores da fruta são Pernambuco e Bahia, com área total colhida de 32.378 ha (IBGE, 2017).

A manga é considerada uma frutífera tipicamente tropical de relevante expressividade no agronegócio brasileiro (Miguel et al., 2013). Em 2015, a maior receita, de US\$ 184,342 milhões, foi obtida com o embarque de 156,337 mil toneladas de manga, sendo o Vale do São Francisco responsável por 84% das exportações (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2016).

Dentre as variedades que constituem a mangicultura brasileira para exportação destaca-se a Tommy Atkins e Palmer. Entretanto estas variedades, juntamente com as variedades Rosa e Espada, são as de maior produção e consumo no Nordeste do Brasil (Genú & Pinto, 2002).

A manga possui uma grande aceitação no mercado, é consumida mundialmente, tanto *in natura* quanto na forma de sucos, sorvetes, polpas, néctares e sobremesas em geral (Souza et al., 2016; Vidal et al., 2004). É considerada uma das mais importantes frutas tropicais, altamente nutritiva, rica em fibras, polifenóis, minerais, vitamina B2 (riboflavina) e também é uma fonte de pró-vitamina A (caroteno) e vitamina C (Singh et al., 2013, Melo & Araújo, 2011).

As mangas são frutas altamente perecíveis e possuem reduzida vida pós-colheita. Em temperatura ambiente, seu amadurecimento ocorre rapidamente, mantendo sua qualidade por, no máximo, oito dias. Além disso, a perda de água pelos frutos, em decorrência de atividade respiratória, causa enrugamento e murchamento das mangas, o que compromete o aspecto visual e reduz seu valor comercial (Cordeiro et al., 2014; Siqueira et al., 2012), requerendo a aplicação de técnicas peculiares para sua conservação e comercialização.

Um dos processos mais utilizados para prolongar a vida de prateleira de frutas é a secagem, que consiste na remoção de água e redução da massa, dificultando a atividade bioquímica e microbiana, melhorando a estabilidade dos componentes aromáticos à temperatura ambiente por longo período, acarretando na economia de energia, por não necessitar de refrigeração, e garantindo acesso e disponibilidade do produto ao

consumidor durante o ano inteiro (Machado et al., 2011).

O método tradicional de secagem geralmente utiliza fontes térmicas e elétricas, a térmica baseia-se no uso de lenha ou carvão como combustível sólido para promover o aquecimento do ar, podendo acarretar em contaminação do produto a ser secado, além do elevado potencial poluente, encarecendo o produto final. O uso de eletricidade para esta secagem tem como maior desvantagem o consumo elevado de energia e alto custo operacional (Sater et al., 2011).

O uso de secadores que funcionam com fonte de energia térmica solar, que é um recurso limpo, gratuito e abundante em todo o Brasil, principalmente no Nordeste, permite a secagem de produtos agrícolas de maneira limpa, com baixo custo de instalação e manutenção, sem risco de contaminação (Busatto et al., 2013).

Além disso, com a implementação de secadores solares 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, contribuindo com a geração de renda e melhorando a qualidade de vida do agricultor familiar (Belessiotis et al., 2011).

Diante disso, o objetivo do estudo foi avaliar a eficiência do secador solar na secagem solar da manga cv. Espada, analisando os atributos físico-químicos e colorimétricos do fruto *in natura* e desidratado, além de levar esta tecnologia de baixo custo para o pequeno produtor, visando aumento na geração de renda.

## Material e Métodos

As atividades de pesquisa foram realizadas no Laboratório de Agroindústria da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), *Campus* Ciências Agrárias, em parceria com o Laboratório de Construções Rurais, ambos do Colegiado de Engenharia Agrônoma (CCA-Petrolina/PE) e com o Laboratório de Armazenamento de Produtos Agrícolas do Colegiado de Engenharia Agrícola (Juazeiro/BA), juntamente com produtores rurais do núcleo N4 do perímetro irrigado Senador Nilo Coelho, contando com parcerias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão), *campus* Petrolina Zona Rural.

### *Construção do secador solar de baixo custo e de exposição direta*

Para a construção do secador solar (Figura 1) foi utilizado um tambor metálico com capacidade para 200 L, o qual foi cortado ao meio, obtendo-se dois secadores. Após o corte, foi

afixada uma cantoneira retangular, também de metal, para apoiar uma placa de vidro de 4 mm de espessura, comprimento de 80,5 cm e largura de 69,5 cm. Em uma das laterais foi adaptada uma porta para permitir a entrada e saída do material.



Figura 1. Protótipo do secador solar de baixo custo para a secagem solar da manga cv. Espada, desenvolvido no Laboratório de Agroindústria da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), *Campus Ciências Agrárias*.

#### *Avaliação da eficiência do secador solar de baixo custo*

Para verificar a temperatura interna do secador solar utilizou-se um termômetro de pistola, enquanto a temperatura do ambiente foi obtida a partir de dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), junto à Estação Automática de Petrolina, com o intuito de verificar a relação entre a temperatura interna do secador solar em função da temperatura do ambiente externo.

#### *Secagem solar e avaliação do processo*

Frutos de manga, *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae), da variedade 'Espada' foram adquiridos junto aos pequenos produtores rurais e agricultores familiares do município de Petrolina-PE, em estágio de maturação considerado "de vez" (maduro), com aroma característico, coloração de casca uniforme, ausência de injúrias mecânicas e doenças, além de boa firmeza.

Após a aquisição, as mangas foram encaminhadas, sob refrigeração em caixa térmica tipo cooler, ao Laboratório de Agroindústria da UNIVASF, *Campus Ciências Agrárias*.

Os frutos foram recepcionados, lavados em água corrente, sanificados em solução clorada a 30 ppm, por 15 minutos, e enxaguadas para a retirada do excesso de cloro. Posteriormente, os frutos foram descascados, fatiados, em forma de bastonete, e direcionados à desidratação no secador solar, entre as 08:30 da manhã até as 16:30 da tarde, sendo armazenados em dessecadores contendo sílica gel dessecante durante a noite, e expostos à radiação solar no dia posterior, até o término do processo.

No interior do secador existem cantoneiras de metal para apoiar a tela que recebe o material para desidratação. Todo o tambor foi pintado de preto fosco visando aumentar a temperatura no interior do mesmo.

Para a avaliação do processo foi estabelecida uma cinética de secagem, através da aferição da massa da amostra, em intervalos regulares; nas primeiras duas horas de secagem as amostras foram pesadas em intervalos de 15 minutos, da terceira até a quinta hora os intervalos foram de 30 minutos e da sexta hora até o final do processo as medições ocorreram de hora em hora. De posse dos dados experimentais, e através da análise do teor de umidade da amostra *in natura* e do produto final, foram calculados os valores da razão de umidade (Equação 1).

$$RU = (U - U_e) / (U_o - U_e) \quad \text{Eq.(1)}$$

onde: RU = razão de umidade (adimensional); U = umidade contida no tempo t (% base seca); U<sub>e</sub> = Umidade de equilíbrio (% base seca) e U<sub>o</sub> = Umidade inicial (% base seca).

#### *Avaliação físico-química da manga in natura e seca*

Para as análises físico-químicas, os frutos *in natura* foram despulpados em liquidificador doméstico e para os frutos desidratados fez-se a extração através da maceração, em almofariz e pistilo de porcelana, com adição de água destilada.

Os parâmetros físico-químicos avaliados foram: pH, através do método potenciométrico, com pHmetro digital de bancada, calibrado com soluções tampão pH 4,0 e 7,0 a 20°C e precisão de 0,01; sólidos solúveis, determinado por refratômetro de bancada tipo Abbe e expressos em Brix, com resultados corrigidos para 20°C; umidade e sólidos totais foram determinados por secagem direta, em estufa com circulação forçada de ar a 105°C, até atingir o peso constante; acidez

titulável foi determinada por volumetria ácido-base empregando solução de NaOH a 0,1 Mol.L<sup>-1</sup> como agente titulante e solução alcóolica de fenolftaleína a 1% como indicador, seguindo as metodologias de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

O teor de ácido ascórbico (vitamina C) foi determinado por volumetria de óxido-redução, empregando solução de 2,6-diclorofenolindofenol-sódio a 0,02% como agente titulante, conforme o método descrito pela AOAC (1995), modificado por Benassi & Antunes (1988).

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

#### Avaliação da cor

A cor da manga *in natura* e desidrata foi avaliada utilizando-se um colorímetro Minolta, modelo CR 10, com os resultados expressos em termos de luminosidade (L\*) e os canais a\* (valores positivos indicam vermelho e negativos verde) e b\* (valores negativos indicam azul e positivo amarelo). A leitura dos resultados foi realizada em triplicata.

#### Análise estatística

Os dados experimentais das análises físico-químicas e de cor foram submetidos a uma análise de variância, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), e para comparação entre as médias foi utilizado o teste de Tukey, utilizando o programa ASSISTAT, versão 7.5 beta (Silva & Azevedo, 2016).

## Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta gráficos resultados relativos à temperatura externa (ambiente) e temperatura interna (secador solar) em função do tempo de secagem. Verifica-se que a temperatura interna do secador se mostrou superior quando comparada à do ambiente. Segundo Galle et al. (2016), isso era o esperado, pois em regiões semiáridas são proporcionados maiores rendimentos energéticos, visto que sua eficiência é condicionada pela incidência de insolação e baixa umidade.

Durante o decorrer da secagem, o secador solar atingiu uma temperatura média de 49°C, com máxima de 61,4°C e mínima de 32,8°C. A temperatura do ambiente apresentou um valor médio de 33,2°C, com um máximo de 37,3°C e mínimo de 26°C.

A média da temperatura interna do secador solar foi superior, porém próxima ao relatado por Barbosa et al. (2016), de 44,7°C na secagem solar de manga 'Tommy Atkins'. O tempo de exposição solar, que foi de 840 minutos, foi igual ao do presente estudo.

Feiden et al. (2008) obtiveram resultados inferiores empregando equipamento similar para a secagem de frutas para cristalização, repostando valores máximos de temperatura de 48°C na parte interna do secador solar e de 40°C na mesa de secagem.

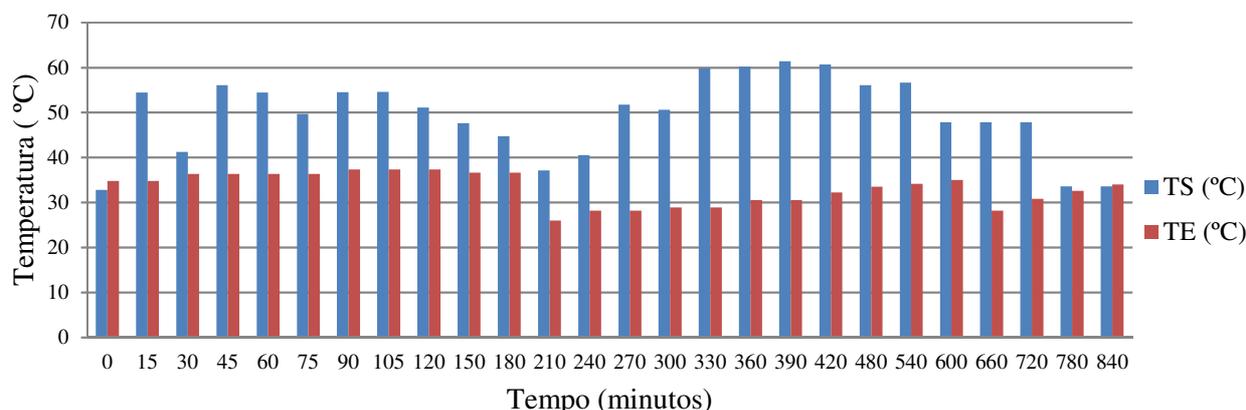


Figura 2. Variação de temperatura do ar de secagem no interior (TS) e exterior do secador solar (TE).

A secagem solar da manga 'Espada', perdurou durante um total de 840 min (Figura 3). Barbosa et al. (2016), ao construírem a secagem solar das mangas Palmer e Tommy Atkins, constataram que foi necessário um tempo total de 600 minutos para que as amostras atingissem peso constante.

No início do processo, ou seja, nos primeiros 200 minutos de secagem, ocorreu uma diminuição acentuada da umidade e, em seguida,

esta foi reduzida moderadamente, estabilizando-se ao final do processo.

É possível notar que a curva de secagem apresentou-se de forma bem definida, indicando uma condição de homogeneidade, diminuindo o teor de umidade com o decorrer do tempo, e sem oscilações nos pontos da curva.

Nunes & Pelegrino (2017) relataram que, para a secagem de banana em secador solar de

baixo custo e de exposição direta, é necessário um período aproximado de 1.300 minutos.

Ao final da secagem, os frutos apresentaram uma percentagem média de umidade em base seca de  $13,17 \pm 1,75$ .

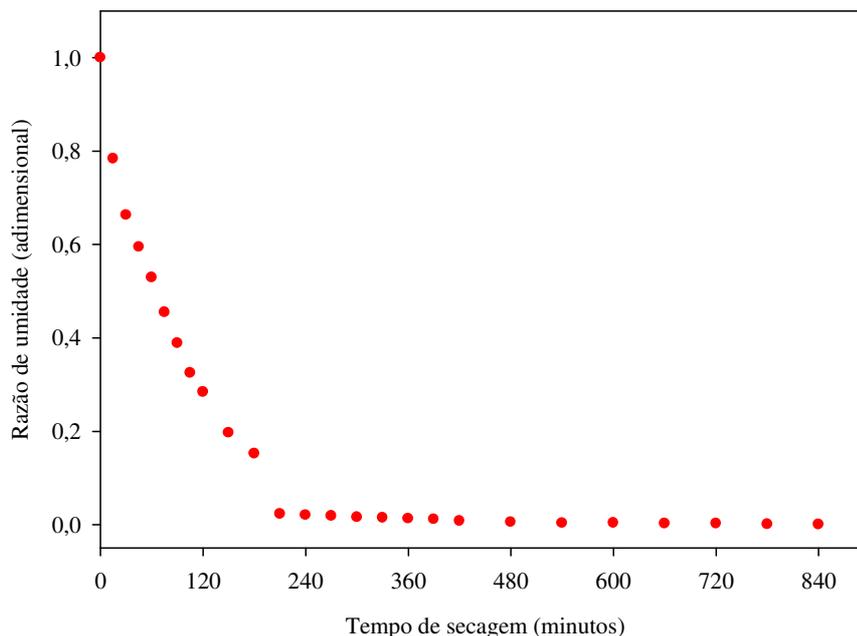


Figura 3. Curva de secagem solar da manga 'Espada' em um tempo total de 840 min.

Conforme os dados expressos na Tabela 1, evidencia-se a redução significativa do pH da fruta após a desidratação. O valor, que na fruta *in natura* era de 3,41, foi reduzido para 3,17 após a desidratação, justificando-se pela concentração dos ácidos orgânicos no fruto após a remoção da água. Resultado semelhante foi obtido por Elias et al. (2008), ao avaliar nutricionalmente frutos de caqui Cv. 'Fuyu' submetidos à desidratação osmótica e secagem por convecção.

A manga *in natura* apresentou um teor médio de  $1,50 \text{ g de ácido cítrico} \cdot 100\text{g}^{-1}$  (Tabela 2), valor superior ao relatado por Silva et al. (2009), ao caracterizarem frutos de manga 'Espada' oriundos da Zona da Mata Mineiraque, com valores de  $0,26 \text{ g de ácido cítrico} \cdot 100\text{g}^{-1}$ .

Após a secagem houve um aumento significativo do teor de acidez (Tabela 2). Este foi

um resultado esperado, segundo Desrosier (1981), uma vez que, na secagem, a fruta perde água e, como resultado, provoca um aumento na concentração de nutrientes na massa restante, a exemplo do teor de ácido cítrico presente na manga.

No que se refere ao teor de umidade (% b.u.) e sólidos totais (%), a legislação brasileira, por meio da Resolução nº 12, de 1978, estabelece um teor máximo de 25% de umidade para frutos secos ou desidratados (Brasil, 1978) e, conseqüentemente, um teor mínimo de 85% de sólidos totais. Era de se esperar uma redução significativa do teor de umidade no alimento e o aumento de sólidos no mesmo, conformando que, conforme os dados expressos na Tabela 1, o produto final encontra-se no limite estabelecido pela legislação vigente.

Tabela 1. Valores médios e desvios padrão da avaliação físico-química da manga 'Espada', *in natura* e desidratada.

Parâmetros	Manga <i>in natura</i>	Manga desidratada	CV (%)	DMS
pH*	$3,41 \pm 0,01$ a	$3,17 \pm 0,01$ b	0,25	0,019
Acidez titulável (g de ácido cítrico. $100\text{g}^{-1}$ )*	$1,50 \pm 0,02$ b	$4,51 \pm 0,10$ a	3,04	0,20
Sólidos totais (%)*	$19,31 \pm 0,22$ b	$88,36 \pm 1,10$ a	0,70	0,73
Umidade (% b.u.)*	$80,69 \pm 0,22$ a	$11,64 \pm 1,10$ b	1,81	2,22
Sólidos solúveis (°Brix)*	$15,70 \pm 0,08$ b	$56,44 \pm 0,60$ a	1,68	1,38
Vitamina C (mg. $100\text{g}^{-1}$ )*	$22,83 \pm 0,23$ b	$67,72 \pm 0,36$ a	0,83	0,86

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste Tuckey a 5% de probabilidade. \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ). DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação.

O teor de sólidos solúveis encontrado para a manga *in natura* foi de 15,70 °Brix, valor superior ao encontrado por Silva et al. (2009), que foi de 17,9 °Brix. Observou-se um aumento significativo do teor de sólidos solúveis após a secagem, o que confirma os resultados obtidos por diversos autores (Caneppele et al., 2001; Goularte et al., 2000). Segundo Elias et al. (2009), isso é justificado pelo fato do açúcar natural da fruta permanecer e se concentrar após a retirada da água.

O teor médio de vitamina C na manga *in natura* foi de 22,83 mg.100g<sup>-1</sup>, superior ao descrito por Silva et al. (2009), que foi de 10,7 mg.100g<sup>-1</sup>.

Após o processamento, verificou-se um aumento de cerca de 200% na concentração deste componente em relação ao teor na fruta *in natura*, o que corrobora os resultados obtidos por Elias et al. (2008), ao constatarem uma concentração em torno de 300% de vitamina C na avaliação nutricional de caqui cv. 'Fuyu', quando submetido a uma desidratação osmótica e secagem por convecção, em relação ao fruto *in natura*.

Tabela 2. Valores médios e desvios padrão da avaliação da cor manga "Espada", *in natura* e desidratada.

Intensidade de cor	Manga <i>in natura</i>	Manga desidratada	CV (%)	DMS
L* <sup>ns</sup>	63,04 ± 5,32 a	62,41 ± 2,46 a	8,09	11,52
a* *	- 0,83 ± 0,21 b	3,78 ± 0,20 a	11,70	0,63
b* *	57,31 ± 1,29 a	42,02 ± 0,04 b	2,25	2,54

Médias seguidas de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste Tuckey a 5% de probabilidade. \* = significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); <sup>ns</sup> = não significativo ( $p \geq 0,05$ ); DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação.

No que se refere ao L\* (luminosidade), que varia de 0 (preto) a 100 (branco), apesar da esperada redução, a manga seca não diferiu estatisticamente em relação a manga *in natura* (Tabela 2).

Quanto à intensidade de vermelho (a+) ou verde (a-), de acordo com Cardoso et al. (2007), os valores menores (a-) correspondem ao padrão de cor mais fraco (aspecto fosco do objeto) e valores mais altos (a+) ao padrão de cor mais intensa, aspecto desejado para os alimentos. Sendo assim, a manga seca apresentou-se mais atrativa para o consumidor, visto que apresentou espectro positivo, indicando cores mais fortes.

No que se refere à intensidade de amarelo (+b), houve diferença significativa entre as amostras, e a manga seca apresentou uma coloração amarela mais suave, devendo-se às modificações químicas apresentadas pelos carotenoides, pigmentos responsáveis pela coloração amarela, devido à temperatura elevada (Celestino, 2010).

## Conclusão

A secagem da manga 'Espada', com uso de energia solar, é uma alternativa viável para a produção de 'manga-passa', proporcionando um incremento nutricional ao produto final, minimizando as perdas pós-colheita, conferindo uma coloração mais atrativa, além de ser uma

tecnologia com alto potencial para melhorar a renda dos agricultores familiares.

## Agradecimentos

Ao Programa Institucional de Bolsas de Extensão da UNIVASF, pelo apoio financeiro (concessão de bolsa ao primeiro autor).

## Referências

- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 2016. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 92p.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. Washington.
- BARBOSA, K. S.; SOUZA, G. M.; CARVALHO, I. R. B.; COELHO, B. E. S.; SOUSA, K. S. M.; MACHADO, N. S. 2016. Secagem solar de Mangas das variedades Palmer e Tommy Atkins. In: Gastronomia: da tradição à inovação / II Congresso Internacional de Gastronomia e Ciência de Alimentos. 2ed. Fortaleza - CE: Monferrer, v. 1, p. 272-273.
- BELESSIOTIS, V.; DELYANNIS, E. 2001. Solar drying. Solar Energy, v. 85, p. 1665-1691.
- BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A. 1988. Comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of

vitamin C in selected vegetables. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, v. 31, n. 4, p. 507-513.

BRASIL - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA nº 12, de 1978. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_78.pdf](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78.pdf). Acesso em: 15 nov 2010.

BRASIL. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Aprovar o "Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais". *Diário Oficial da União, Brasília*, 23 set. 2005.

BUSATTO, L. A.; TREVISAN, R.; MARTINS, N.L.; PILGER, A. H. 2013. Uso de Secador Solar para Secagem de *Pinus* sp. *Ciência da Madeira*, v. 4, p. 176-190.

CAMARGO, W. P. F.; ALVES, H. S.; MAZZEI, A. R. 2004. Mercado de manga no Brasil: contexto mundial, variedades e estacionalidade. *Informações Econômicas*, v. 34, n. 5.

CANEPELE, C.; PRIANTE FILHO, N.; CANEPELE, M. A. B.; PEREIRA, L. C.; SANTOS, P. 2001. Avaliação da eficiência de secagem em secadores de frutas por convecção natural. *Revista Brasileira de Armazenamento*, v. 26, n. 1, p. 46-52.

CELESTINO, S. M. C. 2010. Princípios de Secagem de Alimentos. Documentos 276. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Cerrados. Ministério de Agricultura, Pesca e Abastecimento. ISSN 2176 5081. Planaltina-DF. 36p.

CORDEIRO, M. H. M.; MIZOBUTSI, P. G.; SILVA, N. M.; OLIVEIRA, M. B.; MOTA, W.F.; SOBRAL, R. R. S. 2014. Conservação pós-colheita de manga var. Palmer com uso de 1-metilciclopropano. *Revista Magistra*, v. 26, p. 102-113.

DESROSIER, N. W. 1981. *Conservacion de Alimentos*. 11ª ed. México, Editora C.E.C.S.A. 446p.

ELIAS, N. DE F.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B. DE.; VIANA, A. P.; DIONELLO, R. G.; QUEIROZ, V. A. V. 2008. Avaliação nutricional e sensorial de caqui cv Fuyu submetido à desidratação osmótica e secagem por convecção. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, p. 322-328.

FEIDEN, A.; FIDELYS, Z.; BASUALDO, L.; PERERIRA, R. S. B.; GALVANI, F.; CAMPOLIN, I. A.; FEIDEN, A. 2008. Avaliação da temperatura de dois secadores solares para a produção de doces cristalizados na comunidade de Antônio Maria Coelho, Corumbá-MS. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.3, edição especial, pp. 31-34.

GALLE, N. B. C.; ALVES, N. M. C.; CASTRO, R. L. O.; VILELA, A. O.; SILVA, M. I. P. 2016. Secador solar para secagem de frutas reutilizando materiais descartados da construção civil. *A Barriguda: Revista Científica*, v. 6, p. 593-602.

GENÚ, P. J.; PINTO, A. C. Q. 2002. A cultura da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 454p.

GOULARTE, V. D. S.; ANTUNES, E. C.; ANTUNES, P. L. 2000. Qualidade de maçã Fuji osmoticamente concentrada e desidratada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 20, n. 2, p. 160-163.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. 2008. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. São Paulo. v. 1, 1020p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Produção Agrícola Municipal, 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat>. Acesso em: 10 Nov. 2017.

MACHADO, A. V. 2011. Avaliação de um secador solar sob convecção forçada para a secagem do pedúnculo de caju. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 6, n. 1, p. 1-7.

MELO, E. A.; ARAÚJO, C. R. 2011. Mangas das variedades espada, rosa e Tommy Atkins: compostos bioativos e potencial antioxidante. *Seminário: Ciências Agrárias*, v. 32, n. 4, p. 1451-1460.

MIGUEL, A. C. A.; DURIGAN, J. F.; BARBOSA, J. C.; MORGADO, C. M. A. 2013. Qualidade de mangas cv. Palmer após armazenamento sob baixas temperaturas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, n. 2, p. 398-408.

NUNES, A. G.; PELLEGRINO, N. S. L. 2017. Desenvolvimento de um Secador Solar para Secagem de Frutas. *Espacios*, v. 38, n. 53, p. 9-16.

SILVA, D. F. P. DA; SIQUEIRA, D. L. DE; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, L. C. C.; STRUIVING, T. B. 2009. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. *Revista Ceres*, v. 56, p. 783-789.

SILVA, F. DE A. S.; AZEVEDO, C. A. V. DE. 2016. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, n. 39, p. 3733-3740.

SINGH, Z.; SINGH, R. K.; SANE, V. A.; NATH, P. 2013. Mango-postharvest biology and biotechnology. *Critical Review in Plant Sciences*, v. 32, p. 217-236.

SOUZA, S. F.; MARIANO, J. L.; GUEDES, J. P. M.; LIMA, J. R. F. 2016. Competitividade e parcela de mercado das exportações brasileiras de manga: Uma análise do modelo Constant Market Share. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 47, p. 39-48.