

## SECAGEM DE PÉTALAS DE MINI ROSAS COM SECADORES CONVECTIVO E COM BOMBA DE CALOR

**Palavras-Chave:** *Rosa chinensis*, flor comestível, compostos bioativos.

**Autores:**

**Matheus Cardoso de Almeida [FEAGRI / UNICAMP]**

**Ma. Cyntia Trevisan Soares (coorientadora) [FEAGRI / UNICAMP]**

**Prof. Dr. Rafael Augustus de Oliveira (orientador) [FEAGRI / UNICAMP]**

### INTRODUÇÃO

A utilização de flores na alimentação tem se tornado uma prática comum. Devido a sua cor, sabor e aroma, elas chamam a atenção dos mais exigentes consumidores, agregando valores nutricionais e comerciais aos pratos. Além disso, as flores comestíveis podem ser uma importante alternativa alimentar por conter substâncias antioxidantes dietéticas, como o ácido ascórbico, os carotenoides, os compostos fenólicos, os flavonoides e as antocianinas, os quais, exercem sua ação através de mecanismos de antioxidação e sequestro de radicais livres protegendo o nosso organismo (GARDNER et al., 2000, apud VIEIRA, 2013).

Embora venham sendo amplamente utilizadas, as flores possuem limitações quanto a comercialização, pois são alimentos altamente perecíveis. “No momento em que as flores são separadas da planta mãe, interrompe-se o suprimento de água e nutrientes, que são indispensáveis aos processos metabólicos que continuam ocorrendo após o corte, resultando na aceleração da senescência e redução na sua durabilidade” (SONEGO; BRACKMANN, 1995). Dessa forma, visando aumentar seu tempo de prateleira e sua viabilidade comercial, o emprego de práticas de conservação do produto se faz necessário. A secagem é um dos métodos mais comuns e utilizados para a conservação de qualidade dos produtos, atuando na inibição da atividade enzimática e crescimento microbiano (AHERNÉ et al., 2009 apud CARVALHO, 2018).

Recentemente, um secador por bomba de calor foi desenvolvido na Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI), da UNICAMP. De acordo com Kiang e Jon (2006), uma das vantagens da utilização deste tipo de secador é o fato dele operar em temperaturas mais baixas, beneficiando a qualidade do produto, o qual pode ser mantido por mais tempo sob o potencial de secagem. Portanto, se fez necessário avaliar como a utilização de diferentes secadores contribuiu para a conservação da qualidade de flores comestíveis.

Dessa forma, o presente projeto teve como objetivo avaliar com base em análises físico-químicas (teores de ácido ascórbico, carotenoides totais, compostos fenólicos totais e antocianinas totais) como o processo de secagem, utilizando diferentes secadores (convectivo e com bomba de calor), influencia na qualidade de pétalas de mini rosas (*Rosa chinensis*) de tonalidades vermelha (Figura 1) e amarela (Figura 2), produzidas pela Calusne Farms (Campinas -SP).



Figura 2 – Mini rosa amarela



Figura 1 – Mini rosa vermelha

Além disso, realizou-se a modelagem matemática da secagem deste produto.

## METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma consulta à literatura a fim de se definir os parâmetros operacionais a serem adotados no processo de secagem. Observando o que foi estudado por outros autores, definiu-se que a secagem das pétalas de mini rosas seria realizada no intervalo de temperaturas entre 35°C e 55°C (BARANI et al., 2020; MORATALLA-LÓPEZ, 2019; QIU et al.; 2020).



Figura 3 - Amostra macerada em nitrogênio líquido

O preparo das amostras para a realização das análises passou por testes preliminares, nos quais foi possível perceber que a maceração apenas com força mecânica utilizando almofariz com pistilo não eram suficientes para que a amostra ficasse fragmentada e homogênea. Visto isso, as amostras foram maceradas em nitrogênio líquido a uma temperatura de -180°C (Figura 3), fazendo-se o uso do almofariz de porcelana e pistilo.

Após a conclusão das análises preliminares, pode-se dar início ao processo de secagem. Para tal, as pétalas de mini rosas de cada tonalidade foram separadas em 2 porções, uma a ser seca no secador convectivo e outra a ser seca no secador com bomba de calor. Parte da matéria-prima destas porções foi separada e reservada para a caracterização *in natura*, enquanto que o restante foi dividido em 3 partes, as quais foram submetidas ao processo de secagem nas temperaturas de 35°C, 45°C e 55°C.

Ao longo do processo de secagem, foram anotados os parâmetros de temperatura e umidade relativa ambiente, além da massa das amostras sendo secas. Também foi determinada a massa seca das amostras segundo a metodologia AOAC (1995). Em posse destes dados, foi possível construir as curvas de secagem do produto, as quais representam o conteúdo adimensional de umidade do produto no decorrer do tempo de secagem e indicam a marcha de decaimento do teor de água do material.

Após a secagem, as amostras foram maceradas em nitrogênio líquido e caracterizadas físico-quimicamente a partir da determinação dos teores de ácido ascórbico, carotenoides totais, compostos fenólicos totais e antocianinas totais.

O teor de ácido ascórbico foi determinado seguindo a metodologia de Jagota e Dani (1982) que envolve a técnica da reação do reagente Folin Ciocalteu com agentes redutores, predominantemente ácido ascórbico, produzindo um produto de cor azul mensurável pelo método colorimétrico possibilitando a leitura da absorvância medida a 760 nm usando um espectrofotômetro.

O conteúdo total de carotenoides e antocianinas seguiram a metodologia descrita por Sims e Gamon (2002), utilizando a solução de acetona/Tris-HCl (80:20, volume / volume, pH 7,8 0,2 M) e posteriores leituras em espectrofotômetro em regiões visíveis a 470 nm (carotenoides) e 537 nm (antocianinas).

O conteúdo de fenólicos totais foi determinado por espectrofotometria UV-Vis pelo método Folin-Ciocalteu (OBANDA; OWUOR, 1977; LARRAURI; RUPÉREZ; SAURA-CALIXTO, 1997). A determinação foi realizada em triplicata em três concentrações a partir do extrato da amostra.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da caracterização química da mini rosa amarela *in natura* e seca por dois tipos de secadores.

**Tabela 1 – Conteúdo de ácido ascórbico, compostos fenólicos, carotenoides e antocianinas de mini rosas amarelas *in natura* e secas por dois tipos de secadores, um composto por bomba de calor e outro sendo secador convectivo convencional**

		Ácido ascórbico*	Compostos fenólicos**	Carotenoides***	Antocianinas****
Secador com bomba de calor	<i>In natura</i>	310,84±1,37	71,59±0,89	91,24±0,40	160,83±0,85
	35°C	41,98±0,14	9,55±0,24	10,46±0,56	17,25±0,68
	45°C	42,94±0,14	11,41±0,32	11,75±0,04	21,76±0,08
	55°C	45,20±0,14	11,75±0,42	12,57±1,21	24,99±0,77
Secador convectivo convencional	<i>In natura</i>	382,34±1,64	56,74±1,50	97,85±2,68	168,70±1,90
	35°C	52,24±0,17	7,34±0,26	12,27±1,50	9,65±1,66
	45°C	52,73±0,17	9,31±0,41	17,01±1,48	20,61±2,09
	55°C	54,10±0,34	9,38±0,35	17,79±0,18	20,15±1,85

\* mg de ácido ascórbico/100g de sólidos  
\*\* mg / 100g de sólidos

\*\*\* mg carotenoides / 100g MS  
\*\*\*\* mg antocianina/100 g MS

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da caracterização química da mini rosa vermelha *in natura* e seca por dois tipos de secadores.

**Tabela 2 – Conteúdo de ácido ascórbico, compostos fenólicos, carotenoides e antocianinas de mini rosas vermelhas *in natura* e secas por dois tipos de secadores, um composto por bomba de calor e outro sendo secador convectivo convencional.**

		Ácido ascórbico*	Compostos fenólicos**	Carotenoides***	Antocianinas****
Secador com bomba de calor	<i>In natura</i>	557,79±1,49	43,36±1,73	27,76±3,41	246,32±1,09
	35°C	91,52±0,17	5,49±0,23	6,83±0,15	71,63±3,12
	45°C	91,89±0,16	5,60±0,23	6,94±0,09	84,71±0,72
	55°C	110,96±0,16	5,66±0,23	7,75±0,89	89,23±0,16
Secador convectivo convencional	<i>In natura</i>	474,12±1,24	40,46±1,61	12,65±0,21	240,82±1,07
	35°C	84,37±0,15	5,11±0,21	0,44±0,02	30,80±0,30
	45°C	85,20±0,15	5,31±0,22	0,82±0,03	33,18±0,06
	55°C	118,66±0,17	5,33±0,22	1,18±0,01	37,29±0,28

\* mg de ácido ascórbico/100g de sólidos  
\*\* mg / 100g de sólidos

\*\*\* mg carotenoides / 100g MS  
\*\*\*\* mg antocianina/100 g MS

É possível observar que os teores de ácido ascórbico das mini rosas amarela e vermelha *in natura* foram em média, 346,59 e 515, 95 mg.100g<sup>-1</sup> de sólidos, respectivamente. Ambos os valores são superiores aos relatados por Prata (2009), que obteve valores entre 46,62 e 92,43 mg.100g<sup>-1</sup>, avaliado pelo método titulométrico de acordo com Strohecker e Henning (1967). Ressalta-se que o conteúdo de ácido ascórbico varia de acordo com a condição sob a qual o vegetal foi cultivado, visto que plantas que recebem maior insolação contém teores superiores (HULME, 1970). Esse composto exibe perdas significativas durante o

processo de secagem, principalmente quando são utilizadas temperaturas mais baixas, podendo ser explicado pelo fato de o processo de secagem ser mais lento, desencadeando um maior tempo de exposição do produto.

O conteúdo fenólico total da mini rosa amarela foi em média  $64,17 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , valor superior ao observado para a mini rosa vermelha,  $41,91 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . Apesar de haver perda significativa durante o processo de secagem, parte dos compostos são preservados. Chen et al. (2015) identificaram os principais compostos fenólicos de flores comestíveis, entre eles, rutina, isoquercitrina, quercitrina e quercetina que, segundo Lu et al. (2010), atrai considerável atenção pela atividade antioxidante e propriedades anticarcinogênicas.

Os carotenoides são pigmentos naturais responsáveis pelas colorações do amarelo ao laranja, que além da cor também apresenta benefícios para a saúde como atividade pró-vitamina A, ação oxidante e imunomoduladora (BOBBIO; BOBBIO, 2001; RODRIGUEZ-AMAYA, 2002) e se encontram presentes principalmente na mini rosa amarela, tendo valor médio de  $94,55 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ .

O conteúdo total de antocianinas obteve destaque na mini rosa vermelha, com valor médio de  $243,57 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . Apesar da perda significativa de antocianinas após o processo de secagem, parte do conteúdo de antocianinas permaneceu estável. Oliveira, Bastos e Lima (2015), avaliaram a estabilidade da antocianina submetidas a temperaturas de 50 a  $90^\circ\text{C}$  e afirmam que existe a viabilidade na utilização de antocianinas como corante mesmo quando submetidas a tratamento térmico brando.

Nos Gráficos 1 e 2 são demonstradas as curvas de secagem das pétalas de mini rosas vermelhas secas nos secadores com bomba de calor e convectivo. De forma geral, observou-se que o modelo de Page foi o que mais se adequou aos dados coletados experimentalmente, apresentando, em todos os casos, um coeficiente de correlação acima de 0,99. De acordo com Oliveira, Oliveira e Park (2006), o modelo de Page pode ser utilizado quando a teoria difusional de Fick não é adequada para ajustar o comportamento da taxa de secagem.

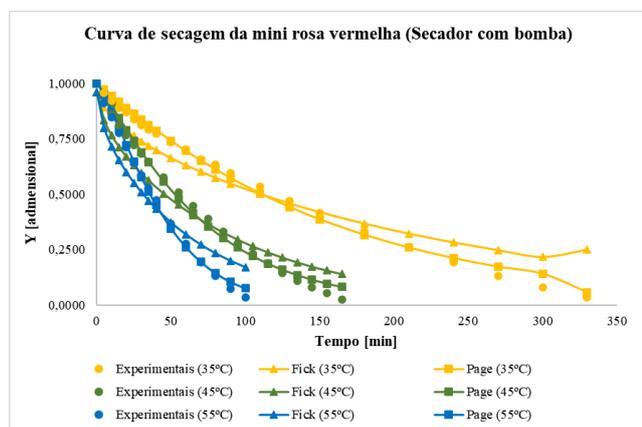


Gráfico 1 - Curva de secagem das pétalas de mini rosas vermelhas em secador com bomba de calor

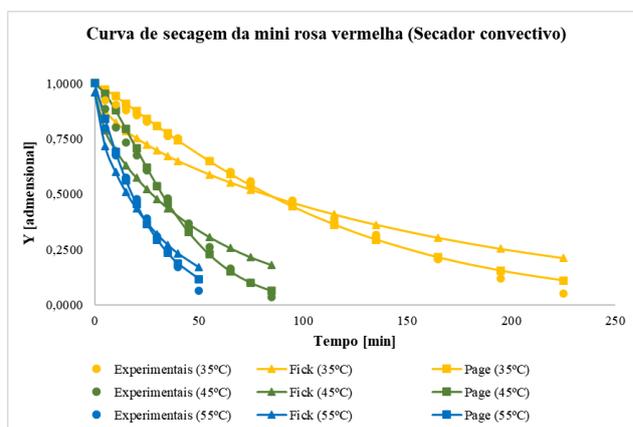


Gráfico 2 - Curva de secagem das pétalas de mini rosas vermelhas em secador convectivo convencional

## CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento deste projeto de pesquisa, foi possível concluir que as pétalas de mini rosas vermelhas e amarelas são fontes de ácido ascórbico, compostos fenólicos, antocianinas e carotenoides e que após o processo de secagem com secador com bomba de calor e secador convectivo convencional, as flores continuam com parte desses compostos preservados e que o consumo desses produtos pode abastecer a necessidade diária de ingestão desses constituintes.

Além disso, foi possível realizar com sucesso a modelagem matemática da secagem desses produtos segundo os modelos da solução da 2ª Lei de Fick e de Page.

## BIBLIOGRAFIA

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of A.O.A.C. International**. 16a ed. Arlington: A.O.A.C., Inc.. 1995.

BARANI, Y. H. et al. Influences of four pretreatments on anthocyanins content, color and flavor characteristics of hot-air dried rose flower. **Drying Technology**, v. 38, n. 15, p. 1988-1995, 2020.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001.

CARVALHO, F. P. **Avaliação da qualidade de flores comestíveis frescas e liofilizadas e estudo sobre consumo de flores comestíveis em Portugal**. 2018.164 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônoma) – Faculdade de Ciências, Faculdade do Porto, Porto, 2018.

CHEN, G. L. et al. Total phenolic, flavonoid and antioxidant activity of 23 edible flowers subjected to in vitro digestion, **Journal of Functional Foods**, v.17, p.243-259, 2015.

HULME, A.C. The biochemistry of fruits and their products. New York: Academic, 1970. V.1, 620p.

KIANG, C. S.; JON, C. K. Heat Pump Drying Systems. In: MUJUMDAR, Arun S. **Handbook of Industrial Drying**. Nova Iorque: Taylor & Francis Group, 2006. Cap. 47. p. 1104-1130.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of agricultural and food chemistry**, v.45, p.1390-1393. 1997.

LU, Y. et al. Gallic acid suppresses cell viability, proliferation, invasion and angiogenesis in human glioma cells. **European journal of pharmacology**, v. 641, n. 2-3, p. 102-107, 2010.

MORATALLA-LÓPEZ, N. et al. Kinetics of polyphenol content of dry flowers and floral bio-residues of saffron at different temperatures and relative humidity conditions. **Food chemistry**, v. 290, p. 87-94, 2019.

OBANDA, M.; OWUOR, P. O. Flavanol Composition and Caffeine Content of Green Leaf as Quality Potential Indication of Kenyan Black Teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.74, p. 209-215. 1977.

OLIVEIRA, K. K. G.; BASTOS, R. S.; LIMA, V.L.A.G. Efeito do calor sobre a estabilidade das antocianinas purificadas do resíduo agroindustrial de uva cv. Isabel. **Anais**. Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos. ISSN: 2447-2840, vol. 2, 2015.

OLIVEIRA, R. A.; OLIVEIRA, W. P.; PARK, K. J. Determinação da difusividade efetiva de raiz de chicória. **Engenharia Agrícola**, v. 26, p. 181-189, 2006.

PRATA, G. G. B. Compostos bioativos e atividade antioxidante de pétalas de rosas de corte. 111p. **Tese**. João Pessoa, Paraíba, 2009.

QIU, L. et al. Effect of different drying methods on the quality of restructured rose flower (*Rosa rugosa*) chips. **Drying Technology**, v. 38, n. 12, p. 1632-1643, 2020.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Effects of processing and storage on food carotenoids. **Sight and Life Newsletter**, v. 3, n. Special Issue, p. 25-35, 2002.

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sens. Environ.**, 81, p. 337–354. 2002. DOI: 10.1016/S0034-4257(02)00010-X.

SONEGO, G.; BRACKMANN, A. Conservação pós-colheita de flores. **Ciência Rural**, v. 25, n. 3, p. 473-479, 1995. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84781995000300026&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84781995000300026&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 16 abr. 2020.

STROHECKER, R., HENNING, H.M. Analisis de vitaminas:metodos comprobados. Madrid:Paz Montalvo, p.428, 1967.

VIEIRA, P. M. **Avaliação da composição química, compostos bioativos e da atividade antioxidante em seis espécies de flores comestíveis**. 2013. 84 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2013.