

## SECAGEM POR ATOMIZAÇÃO DA POLPA DE YACON (*SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS*)

J. C. C. SANTOS<sup>1</sup>, S. P. OLIVEIRA<sup>1</sup>, C. A. SANTOS<sup>1</sup>, T.P.V.B.  
Dias<sup>1</sup>, L. F. OLIVEIRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de São João del Rei

E-mail para contato: jhenifercristinacs@gmail.com

**RESUMO** – O yacon (*Smallanthus sonchifolius*) vem despertando grande interesse no meio científico devido as suas propriedades funcionais, sendo considerado benéfico à saúde, pela ação antioxidante, melhora na absorção de minerais, ação como prebiótico e, principalmente, pelo efeito hipoglicêmico. Mas, além de sazonal, possui elevada atividade de água, o que resulta em uma curta vida de prateleira. O processo de secagem por atomização é uma alternativa para a preservação de alimentos com alto valor agregado. Este trabalho avaliou a influência da temperatura e vazão na microencapsulação por *Spray dryer* da polpa do yacon. Os encapsulados foram caracterizados quanto à higroscopicidade, solubilidade e teor de compostos fenólicos. Os ensaios apresentaram ótimos resultados de solubilidade (85,063% a 100,00%), obtendo um rendimento de secagem de até 55,103%. Observou-se que a vazão foi significativa em relação aos compostos fenólicos e higroscopicidade.

### 1. INTRODUÇÃO

O yacon é um tubérculo que se destaca pelas suas características funcionais como ação prebiótica, por possuir como carboidrato de reserva frutooligosacarídeos (FOS). A sua ingestão pode trazer benefícios como, efeito hipoglicêmico, ação anti-inflamatória, antioxidante e atua na redução do risco carcinogênico (Takenaka *et al.* 2003; Delgado *et al.* 2013).

No entanto, sua colheita é sazonal, é um produto altamente perecível, por apresentar uma elevada atividade de água, e apresenta um significativo decréscimo em seu conteúdo de FOS durante o armazenamento e no transporte (Castro *et al.*, 2012; Scheid *et al.*, 2013).

Técnicas de secagem por atomização podem ser uma excelente alternativa para secagem de alimentos com alto valor agregado, como o yacon, pois tem a capacidade de transformar os extratos aquosos em pó, gerando produtos com maior estabilidade e preservando seus compostos biologicamente ativos.

Assim, este trabalho, objetivou avaliar o efeito da temperatura e vazão de alimentação em *Spray dryer*, da polpa de yacon. Afim de, buscar um produto seco que gere um maior rendimento de secagem, associado com a maior durabilidade e conservação dos compostos bioativos em relação ao produto fresco.

## 2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

### 2. 1. Preparo das matérias primas

Após higienizados e sanitizados os tubérculos de yacon, adquiridos no mercado local de Divinópolis, MG, foram descascados manualmente para utilização da polpa no preparo do extrato para secagem em *Spray Dryer*. O extrato da polpa foi realizado conforme Nish (2012). Fatias de yacon foram trituradas com 0,03% de bissulfito de sódio, com relação aos sólidos totais, durante 2 minutos. Por fim, filtrou-se o material com filtro de organza.

### 2.2. Secagem em Spray dryer

Para secagem o adjuvante, goma arábica, na concentração de 34% (sendo a sua concentração definida em função da concentração de sólidos totais do extrato) foi incorporado ao extrato e deixado sob agitação por 30 minutos. Após a obtenção dos extratos, foram realizadas as secagens em Mini *Spray dryer* modelo MSDi 1.0 Labmaq, com bico atomizador de 1,0 mm de diâmetro, pressão de ar comprimido de 3,5 kgf/cm<sup>2</sup> e vazão do ar de atomização de 40,5 L/min.

Para cada experimento variou-se a vazão de alimentação e a temperatura do ar de secagem, definindo em planejamento 2<sup>2</sup> com três pontos centrais, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Delineamento experimental para a secagem do extrato do yacon

| Ensaio | Variáveis codificadas |    | Variáveis reais |         |
|--------|-----------------------|----|-----------------|---------|
|        | X1                    | X2 | T [°C]          | W [L/h] |
| 1      | -1                    | -1 | 120             | 0,38    |
| 2      | 1                     | -1 | 158             | 0,38    |
| 3      | -1                    | 1  | 120             | 0,82    |
| 4      | 1                     | 1  | 158             | 0,82    |
| 5      | 0                     | 0  | 139             | 0,60    |
| 6      | 0                     | 0  | 139             | 0,60    |
| 7      | 0                     | 0  | 139             | 0,60    |

Onde T é a temperatura, W, a vazão de alimentação do secador.

Após secagem, os pós atomizados foram caracterizados com relação à solubilidade (Cano-Chauca *et al.*, 2005), higroscopicidade (Tonon *et al.*, 2009), e teor de compostos fenólicos (Singleton *et al.*, 1999), todas as análises foram realizadas em triplicata.

O rendimento dos processos de secagem foi calculado conforme Medeiros (2001). A análise estatística dos dados foi realizada com auxílio do *software* Statistica 8.0, (STATISTICA, 2008). Considerou-se um nível de confiabilidade igual a 95% e realizou-se o teste F para a análise do ajuste da regressão.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos do processo de secagem do extrato de yacon estão representados na Tabela 2, onde observa-se que o pó de yacon apresentou grande solubilidade, o que o faz um potencial componente em formulações de produtos que necessitam de solubilidade em água. Obteve considerável teor de compostos fenólicos. A higroscopicidade apresentou valores considerados elevados podendo ser devido a forte interação entre açúcares e moléculas de água relacionada aos terminais polares presentes nessas moléculas (Jaya e Das, 2004).

Tabela 2 – Resultados obtidos para solubilidade, teor de compostos fenólicos (CF), higroscopicidade e rendimento

|   | T[°C] | W<br>[L/h] | Solubilidade<br>(%) | CF<br>(mgGAE/g pó) | Higroscopicidade<br>(%) | Rendimento<br>(%) |
|---|-------|------------|---------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|
| 1 | 120   | 0,37       | 85,063              | 4,774              | 56,579                  | 41,328            |
| 2 | 158   | 0,36       | 100,000             | 5,318              | 56,512                  | 42,425            |
| 3 | 120   | 0,8        | 100,000             | 6,479              | 55,947                  | 36,451            |
| 4 | 158   | 0,8        | 94,577              | 6,227              | 56,107                  | 43,119            |
| 5 | 139   | 0,59       | 100,000             | 4,686              | 55,636                  | 55,103            |
| 6 | 139   | 0,59       | 90,0442             | 5,042              | 55,669                  | 51,181            |
| 7 | 139   | 0,57       | 99,110              | 4,576              | 55,635                  | 51,908            |

Os valores de compostos fenólicos do yacon atomizado foram próximos ao valor do yacon fresco, 10,42 mg GAE/g matéria seca (MS) (Pereira *et al.*, 2016). Campos *et al.* (2012) ao estudarem 35 variedades de yacon encontraram valores entre  $7,9 \pm 0,8$  a  $30,8 \pm 0,1$  mg GAE/g MS. Em comparação com outros processos de conservação a secagem por atomização mostrou-se eficiente para conservação dos compostos fenólicos do yacon, Oliveira (2010) ao branquear e decorticar no gelo o yacon, encontrou valores de  $0,379 \pm 0,017$  mg de GAE/g de amostra e  $0,751 \pm 0,03$  mg/g, respectivamente.

A higroscopicidade apresentou valores menores que os da literatura para farinha de yacon,  $94,37\% \pm 0,03$ , assim o processo de microencapsulação mostrou-se mais eficiente que a elaboração da farinha por reter menos água o que favorece seu armazenamento e comercialização (Medeiros, 2015).

A solubilidade apresentou valores compatíveis com a literatura, Brites *et al.* (2016) relatou valores acima de 90% para pós atomizados de yacon. Para guavira em pó utilizando goma arábica foi relatado uma variação de  $74,62 \pm 5,97$  a  $83,16 \pm 0,77$  % (Chung, 2016).

Para o rendimento foi observado valores maiores que os descritos na literatura, (Nishi, 2012) ao microencapsular a polpa de yacon com maltodextrina e amido pré-gelatinizado encontrou valores de 23,20 a 39,03% e de 10,23 a 22,70% de rendimento, respectivamente.

Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente. Os coeficientes de determinação, regressão e seus respectivos p-valores são apresentados na Tabela 3. Observa-se que as respostas apresentaram elevados coeficientes de determinação, indicando uma confiabilidade da análise estatística.

Conforme Tabela 3, a vazão foi significativa em relação aos compostos fenólicos e higroscopicidade. Sendo que, aumentando a vazão acresceria a concentração de compostos fenólicos e diminuiria a higroscopicidade. A relação entre temperatura e vazão mostrou significância em relação à higroscopicidade demonstrando uma interação positiva.

Tabela 3 - Estimativa do p-valor e coeficiente de regressão (C.R.) para rendimento, teor de compostos fenólicos (CF), solubilidade e higroscopicidade

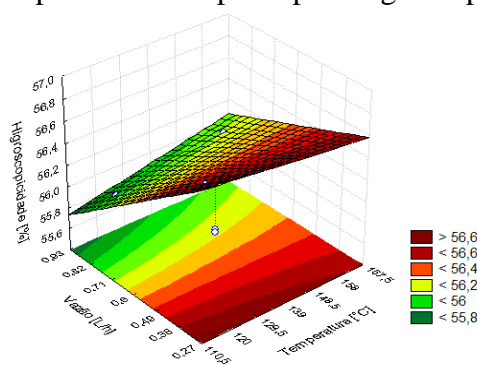
|                  | <b>Rendimento</b><br>[%]<br>( $R^2 = 0,97$ ) |         | <b>CF [mg</b><br><b>GAE/ g pó]</b><br>( $R^2 = 0,97$ ) |         | <b>Solubilidade</b><br>[%]<br>( $R^2 = 0,72$ ) |         | <b>Higroscopicidade</b><br>[%]<br>( $R^2 = 0,99$ ) |         |
|------------------|--|---------|--|---------|--|---------|--|---------|
|                  | C.R.   | p-valor | C.R.   | p-valor | C.R.   | p-valor | C.R.   | p-valor |
| <b>Média</b>     | 40,831                                       | 0,000   | 5,699  | 0,000   | 95,932   | 0,001   | 56,286   | 0,000   |
| <b>Curvatura</b> | 11,899                                       | 0,017*  | 0,931  | 0,037*  | 1,104  | 0,837   | -0,639   | 0,000*  |
| <b>T (L)</b>     | 1,941  | 0,203   | 0,073  | 0,609   | 2,911  | 0,447   | 0,023  | 0,133   |
| <b>V (L)</b>     | -1,045                                       | 0,421   | 0,653  | 0,033*  | 1,845  | 0,613   | -0,259   | 0,001*  |
| <b>T x V</b>     | 1,392  | 0,313   | 0,199  | 0,243   | -6,111   | 0,188   | 0,056  | 0,026*  |

Onde T é a temperatura em °C, V é a vazão em L/h, L indica o termo linear. (\*) indicam variáveis estatisticamente significativas, a 5% de significância.

Quando se observa a relação positiva entre compostos fenólicos e vazão pode-se inferir que sua interação se refere à encapsulação mais rápida, pois o extrato fica menos tempo exposto e sujeito à degradação, visto que, a sua pulverização estabiliza e preserva os compostos fenólicos de forma que sua concentração é maior em relação aos ensaios com vazões menores, sendo que compostos fenólicos são fotossensíveis. Como podemos observar a temperatura não foi significativa para as respostas no processo de secagem.

A partir dos resultados experimentais, analisou-se o ajuste das regressões por meio do teste F, obtendo, estatisticamente, um bom ajuste da regressão ( $F_{cal} > F_{tab} = 19,25$ ) para higroscopicidade ( $F_{cal} = 678,06$ ), gerando a superfícies de resposta (Figura 1). Não sendo possível o ajuste da regressão para solubilidade ( $F_{cal} = 1,29$ ), rendimento ( $F_{cal} = 15,50$ ) e compostos fenólicos ( $F_{cal} = 14,24$ ).

Figura 1 - Superfície de resposta para higroscopicidade.



Ao analisar o gráfico de superfície de resposta conforme mostra a Figura 1 podemos confirmar o que foi demonstrado pelo coeficiente de regressão da Tabela 3 que, vazões mais elevadas, independente da temperatura, geram menores valores para a higroscopicidade. Em função da maior estabilidade do produto ao longo do tempo é desejável que este possua menor higroscopicidade, neste caso, a recomendação para a secagem da polpa de yacon em Spray Dryer seria o uso de uma vazão de alimentação acima de 0,6 L/h em qualquer temperatura.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de secagem por Spray Dryer do extrato de yacon se mostrou eficiente por apresentar um pó com elevada solubilidade, apreciável teor de compostos fenólicos e alto rendimento.

A vazão de alimentação influenciou na secagem, sendo que, maiores vazões levaram a menores valores para a higroscopicidade.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRITES, M. L.; MEIRA, S. M.; BRANDELLI, A.; NORENA, C. Z. Caracterização de pó do permeado do extrato de yacon obtido por ultrafiltração e desidratado por atomização. *Ciênc. Agrotec.*, v. 40, n.5, p. 585-595, 2016.
- CAMPOS, D.; BETALLELUZ-PALLARDEL, I.; CHIRINOS, R.; AGUILAR-GALVEZ, A.; NORATTO, G.; PEDRESCHI, R. Prebiotic effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity. *Food Chemistry*., v. 135, p. 1592–1599, 2012.
- CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies, Oxford.*, v. 5, n. 4, p. 420-428, 2005.
- CASTRO, A.; CABALLERO, M.; HERBAS, A.; CARBALLO, S. Antioxidants in yacon products and effect of long term storage. *Food Science and Technology, Campinas.*, v. 32, n. 3, p. 432-435, 2012.
- CHUNG, M. M. S. *Polpa de guavira (Campomanesia cambessedean Berg) desidratada em Spray Dryer: Efeitos das condições de processo e composição de alimentação nas propriedades físico químicas e atividade antioxidante*. Tese (Mestrado em Engenharia e Ciências dos Materiais). Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.
- DELGADO, G. T. C.; TAMASHIRO W. M. S. C.; JUNIOR M. R. M.; PASTORE, G.M. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): a functional food. *Plant foods for human nutrition.*, v. 68, n. 3, p. 222-228, 2013.

- JAYA, S.; DAS, H. Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powders properties. *J. of Food Engineering.*, v. 63, p. 125-134, 2004.
- MEDEIROS, M.F.D. *Influência da composição química dos materiais no desempenho de secagem de polpas de frutas em leito de jorro*. 233p. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
- MEDEIROS, J. S. *Elaboração e caracterização físico-química da farinha de batata yacon (Smallanthus sonchifolius)*. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Currais Novos, 2015.
- NISHI, A. C. F. *Extrato aquoso de yacon (Smallanthus sonchifolius) desidratado por atomização*. 84p. Tese (Mestrado em Nutrição e Saúde), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.
- OLIVEIRA, L. A. *Yacon (Smallanthus sonchifolius): compostos fenólicos totais e efeitos sobre a glicemia e estresse oxidativo em ratos diabéticos*. Dissertação (Mestrado em Ciências Nutricionais) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Araraquara, 2010.
- PEREIRA, J. A. R.; TEIXEIRA, M. C.; SACZK, A. A.; BARCELOS, M. F. P.; OLIVEIRA M. F.; ABREU, W. C. Total antioxidant activity of yacon tubers cultivated in Brazil. *Ciência e Agrotecnologia.*, v. 40 n. 5, p. 596-605, 2016.
- SCHEID, M.; PASTORE, G.; MARÓSTICA, M. Change in carbohydrate composition of fresh yacon (*Smallanthus sonchifolius*) roots during storage. *A. of Nutrition & Metabolism.*, v. 63, p.1640, 2013.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in enzymology.*, n. 299, p. 152-178, 1999.
- STATISTICA. DATA ANALYSIS SOFTWARE SYSTEM, V.8.0, STAT-SOFT, INC., USA. 2008. Disponível em: < [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com) > Acesso em: 30 de agosto de 2016.
- TAKENAKA, M.; YAN, X.J.; ONO, H.; YOSHIDA, M.; NAGATA, T.; NAKANISHI, T. Caffeic acid derivatives in the roots of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *J. of Agricultural and Food Chemistry.*, v. 51, p. 793-796, 2003.
- TONON, R. V.; BRABET, C.; PALLET, D.; BRAT, P.; HUBINGER M. D. Physicochemical and morphological characterisation of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced with different carrier agents. *I. J. of food science & technology.*, v. 44, n. 10, p. 1950-1958, 2009.