

Tempo de secagem e da atividade de óxido-redutases de *yacon* (*Smallanthus sonchifolius*) sob tratamento químico

Drying time and *yacon* (*Smallanthus sonchifolius*) enzymatic activity inhibition under chemical treatment

Vivianne Montarroyos Padilha^{1*} Priscilla Moura Rolim¹ Silvana Magalhães Salgado¹
Alda Verônica Souza Livera¹ Michelle Galindo de Oliveira¹

RESUMO

Evidências científicas reconhecem o *yacon* (*Smallanthus sonchifolius*) como fonte promissora de frutanos, tais como inulina e frutooligosacarídeos (FOS). No entanto, a presença de compostos fenólicos torna-o suscetível à reação de escurecimento enzimático. Este trabalho teve como objetivo avaliar o emprego de agentes químicos no processamento de *yacon*, para obtenção de farinha, a fim de inibir o escurecimento enzimático do produto e favorecer o tempo de secagem. Amostras de *yacon* sem inibição química, de *yacon* submetido à solução de cloreto de cálcio 1,0g 100g⁻¹ por 30 minutos e de *yacon* submetido à solução de metabissulfito de potássio 0,5g 100g⁻¹ por 5 minutos foram secas a 55°C, em estufa ventilada, e o teor de água e curvas de secagem foram determinados. As atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) foram determinadas antes e após a secagem como um possível marcador bioquímico do escurecimento enzimático desse tubérculo. No parâmetro umidade, os três tratamentos apresentaram-se semelhantes; porém, o tratamento 2 (cloreto de cálcio) reduziu a umidade no menor tempo. Antes e após o tratamento térmico, a atividade enzimática foi maior no tratamento 3 (metabissulfito de potássio). As atividades enzimáticas não foram inativadas completamente pela ação térmica. Para a obtenção da farinha de *yacon*, o tratamento com cloreto de cálcio 1,0g 100g⁻¹ por 30 minutos foi o que apresentou melhor resultado. Apesar de não inibir totalmente a atividade das enzimas POD e PPO foi o melhor tratamento de inativação, propiciando menor tempo de secagem e melhor firmeza da matéria-prima e facilitando o processamento para obtenção da farinha.

Palavras-chave: peroxidase, polifenoloxidase, curva de secagem, cloreto de cálcio, metabissulfito de potássio.

ABSTRACT

Scientific evidences acknowledged the *yacon* (*Smallanthus sonchifolius*) like a promise source of fructans,

as inulin and fructooligosaccharides – FOS, meanwhile, the presence of phenolic compounds became this susceptible to enzymatic browning reaction. This project aimed to evaluate the use of chemical agents in *yacon* processing to obtain flour in a way that inhibits enzymatic darkening of the product besides determining the enzymatic activity in these treatments. Samples of *yacon* without chemical inhibitions, *yacon* treated with 1.0g 100g⁻¹ calcium chloride for 30 seconds and *yacon* treated with 0.5g 100g⁻¹ potassium metabisulfite for 5 minutes were dried at 55°C in a ventilated greenhouse and the proportions of humidity and drying curves were determined. The peroxidase activities and polyphenol oxidase enzymes were checked before and after being dried with an enzymatic darkening possible biochemist marker of this tubercle. Regarding humidity Parameter all the three treatment were equivalent, but treatment 2 (calcium chloride) reduced the humidity in lower time. Before and after the thermal treatment the enzymatic activity was higher in treatment 3 (potassium metabisulfite). The thermal action did not inhibit completely polyphenol oxidase and peroxidase. The treatment with calcium chloride at 1.0g 100g⁻¹ for 30 minutes to obtain *yacon* flour was the one with better result despite the fact that it did not inhibit completely peroxidase and polyphenol oxidase enzymes activity, offering a better drying time better material of row firmness, facilitating the process for obtaining the meal.

Key words: peroxidase, polyphenoloxidase, drying curve, calcium chloride, potassium metabisulfite.

INTRODUÇÃO

Evidências científicas reconhecem o *yacon* (*Smallanthus sonchifolius*) como fonte promissora de frutanos, tais como inulina e frutooligosacarídeos-FOS, fibra alimentar com função prebiótica, proporcionando inúmeros benefícios à saúde humana.

¹Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Prof. Nonete Guerra (LEAAL), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 50670-901, Recife, PE, Brasil. E-mail: vivianne_padilha@yahoo.com.br. *Autor para correspondência.

Além disso, o yacon possui aplicação tecnológica no desenvolvimento de novos produtos alimentícios (MOSCATTO et al., 2006; MALDONADO et al., 2008; SANTANA et al., 2008).

A presença de compostos fenólicos, como o ácido clorogênico, e do aminoácido L-triptofano torna os tubérculos do yacon suscetíveis à reação de escurecimento causada pelas enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO). Nessa reação ocorre a formação de melanina (pigmento escuro), que deprecia a qualidade do produto (NEVES et al., 2007). O controle dessa reação pode ser feito por meio da desidratação, do armazenamento em baixas temperaturas, do tratamento térmico, da eliminação do oxigênio do meio, da utilização de agentes químicos, dentre outros (CABELLO, 2005; LUPETTI et al., 2005).

POD induz alterações negativas de sabor durante a estocagem. Ela é capaz de catalisar um grande número de reações oxidativas, usando peróxido de hidrogênio como substrato ou, em alguns casos, oxigênio como aceptor de hidrogênio. É considerada a enzima vegetal mais estável ao calor e sua inativação tem sido usada como indicador de adequação de branqueamento (FREITAS et al., 2008). PPO, por sua vez, promove a oxidação enzimática de compostos fenólicos, produzindo, inicialmente, quinona, que rapidamente se condensa, formando pigmentos insolúveis e escuros, denominados melanina, ou reagem não enzimaticamente com aminoácidos, proteínas ou outros compostos (MENOLLI et al., 2008).

A secagem de produtos é um processo utilizado em vários países, objetivando preservar e/ou inibir a atividade enzimática. Esse processo consiste na remoção de água e substâncias voláteis de um produto sólido, diminuindo assim sua atividade de água (CORRÊA et al., 2007). Considerando os efeitos indesejáveis e a grande importância da inibição das óxido-redutases durante a transformação de matérias-primas para a obtenção de produtos processados, o presente trabalho objetivou avaliar a influência de tratamentos químicos sobre o tempo de secagem e a atividade da POD e da PPO para obtenção de farinha de yacon.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo das amostras

Tubérculos (400g) de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) obtidos do Centro de Abastecimento (CEASA) da região metropolitana do Recife, Pernambuco (PE), foram submetidos a três tratamentos distintos, conforme fluxograma apresentado na figura 1: amostra 1, controle, sem inibidor químico; amostra

2, yacon tratado com solução de cloreto de cálcio a 1,0g 100g⁻¹ por 30 minutos; e amostra 3, yacon tratado com solução de metabissulfito de potássio 0,5g 100g⁻¹ por cinco minutos.

Determinação tempo de secagem

Os ensaios foram conduzidos em triplicata, e o tempo de secagem foi determinado por gravimetria, a 105°C (método 925.10 da AOAC 2002), considerando para encerramento da operação o teor de água requerido, conforme a legislação vigente (BRASIL, 2005), que estabelece valor ≤15g 100g⁻¹ para farináceos.

Determinação da atividade enzimática

Alíquotas de 0,5g da amostra, no tempo zero e após a obtenção das farinhas, com 24 horas de secagem (Figura 2), foram homogeneizadas com tampão fosfato de sódio a 0,05M (pH 6,0), em liquidificador. Em seguida, foram submetidas à centrifugação (8.000rpm, 10 minutos, 5°C). O sobrenadante obtido foi utilizado como extrato enzimático.

A determinação das atividades da PPO e POD foi efetuada de acordo com KHAN & ROBINSON (1994) e ALMEIDA et al. (1995), respectivamente. Uma unidade de atividade enzimática foi definida como o correspondente à variação de uma unidade de absorvância por minuto mL⁻¹ de amostra. A atividade das enzimas correspondeu à inclinação da reta obtida por meio do gráfico tempo (s) x absorvância (nm).

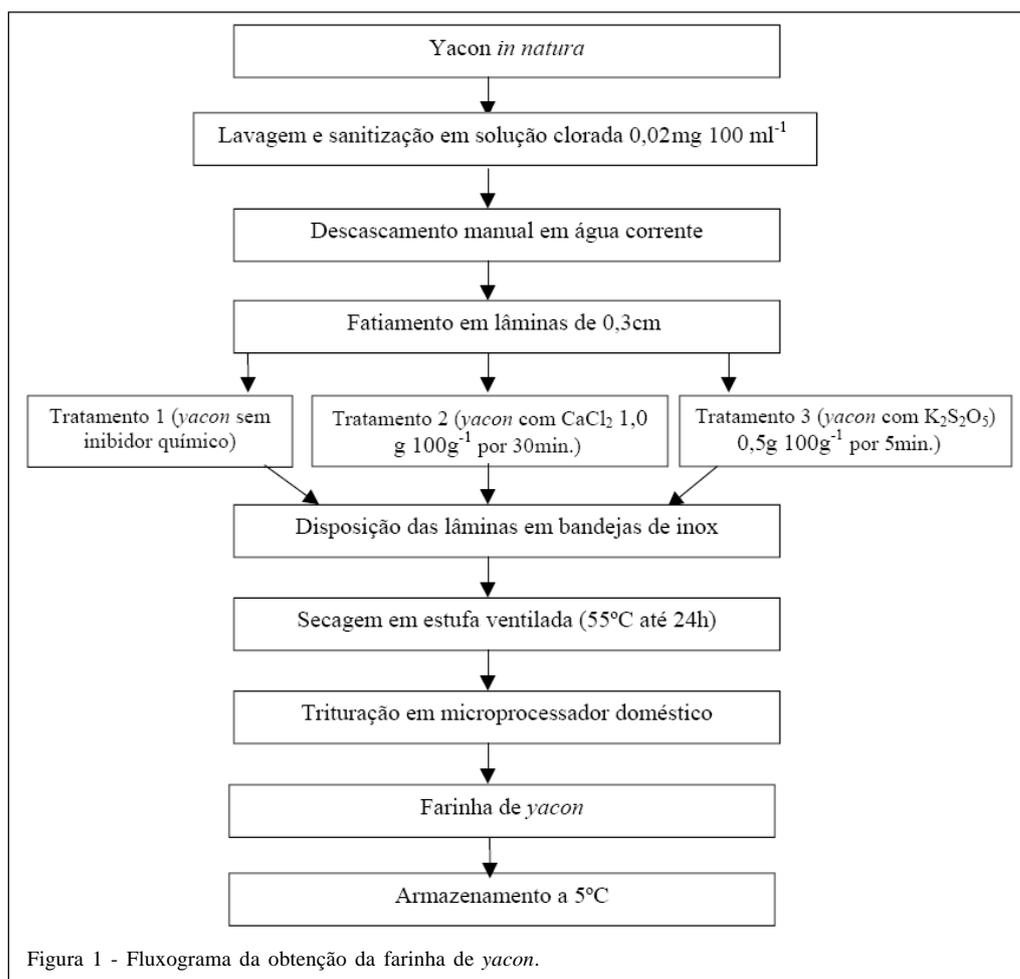
Análise estatística

Os resultados foram tratados por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, a 5% de significância. Também foi realizada regressão linear entre o tempo de secagem (horas) e a umidade (%), por meio do programa *Statistica for Windows 6.0* (STATSOFT, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, são apresentados os resultados referentes à umidade durante a secagem do yacon em diferentes tratamentos. Os valores obtidos no tempo zero corroboram outras pesquisas, nas quais o yacon apresentou umidade de 80% a 90% (SILVA, 2007; LACHMAN et al., 2004; GRAEFE et al., 2004).

Por meio da análise estatística, pode-se perceber que os valores de umidade, em cada tempo de secagem, apresentaram diferenças significativas ($P \leq 0,05$), exceto no tempo 0 e para o yacon sem inibidor químico e com tratamento com cloreto de cálcio, sobretudo após seis, 10 e 14 horas de secagem.



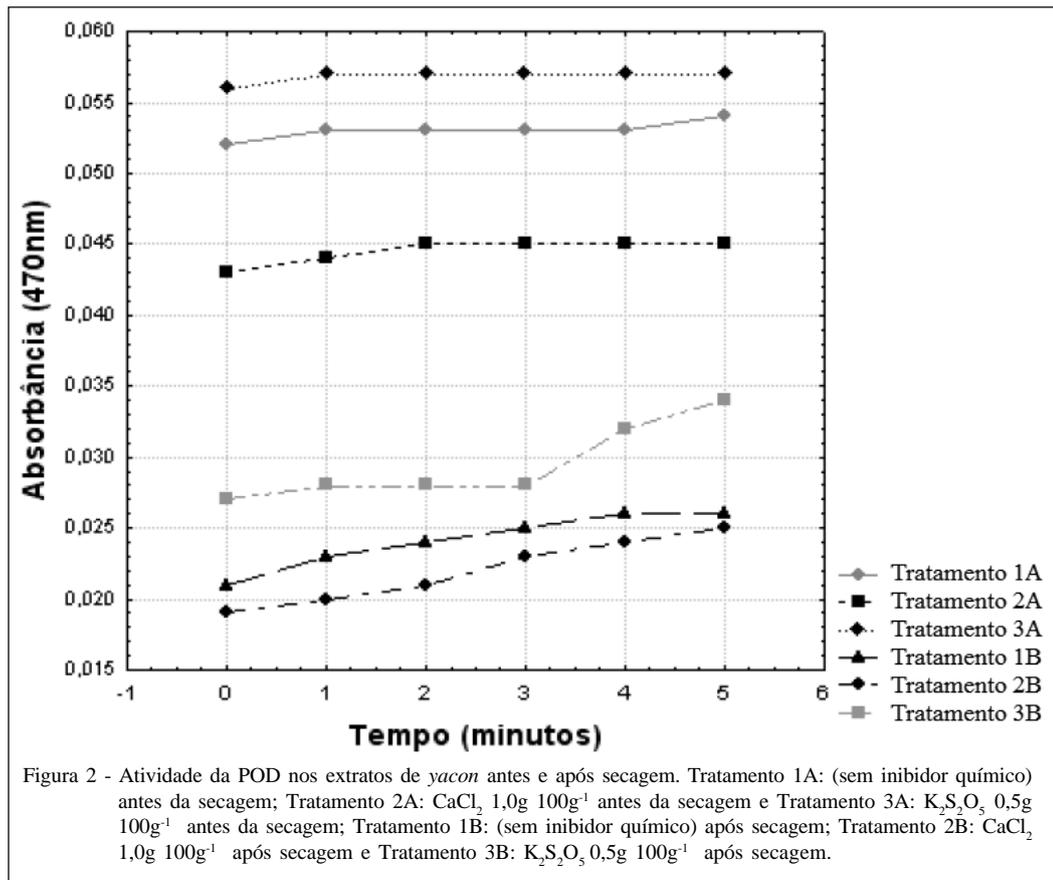
Após 14 horas de secagem, pode-se notar redução brusca nos valores de umidade, fato não evidenciado no tratamento 3 (metabissulfito de potássio), o qual só apresentou redução significativa após 22 horas de secagem. Entretanto, é importante notar que, após 18 horas, a redução foi igual ou superior a 50%, apresentando também uma redução bastante significativa. Os tratamentos 1 e 2, a partir das 14 horas, apresentam tendência ao equilíbrio nos valores de umidade. Em contrapartida o *yacon* submetido ao tratamento 3 ainda apresentava umidade muito superior à dos demais tratamentos, possivelmente pelo metabissulfito diminuir a desorção de água do produto.

Outros estudos utilizando metabissulfito de potássio em frutas e hortaliças obtiveram efeitos satisfatórios no que diz respeito à secagem da matéria-prima. No presente estudo, o efeito indesejável desse agente químico pode estar relacionado a comportamentos bioquímicos ainda desconhecidos no *yacon* (NOGUEIRA et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2006).

O tratamento 2 (cloreto de cálcio) apresentou um tempo de secagem final menor (14 horas), o que beneficia o aspecto da amostra, deixando-a mais firme (aspecto verificado por meio da sensação tátil) e facilitando o processo de obtenção da farinha. Isso se deve ao fato de que o cloreto de cálcio, por se tratar de um sal, promove uma competição entre os tecidos do vegetal e os íons salinos pela molécula de água, o que conseqüentemente leva à remoção da água do produto, provocando a coaptação dos tecidos (ARAÚJO, 2004; LINHARES et al., 2007).

Convém destacar que, entre 16 e 20 horas de secagem, no *yacon* sem inibidor químico, e no período de 14 para 16 horas e 18 para 22 horas, no *yacon* com cloreto de cálcio (Tabela 1), percebe-se um aumento na umidade das amostras, fato possivelmente explicado por questões de distribuição das lâminas de *yacon* nas bandejas de inox.

Nas figuras 2 e 3, pode-se observar que as atividades das enzimas oxido-redutases diminuíram



após o tratamento térmico. Com relação à enzima POD, no tratamento com metabisulfito de potássio, houve um aumento da sua atividade após três minutos, evidenciando o poder de regeneração dessa enzima.

Enquanto que, nos tratamentos de controle e com o cloreto de cálcio, houve redução da atividade enzimática, sendo mais expressiva no tratamento com cloreto de cálcio.

Tabela 1 - Valores médios¹ e desvio padrão do teor de água da farinha de yacon durante a secagem por até 24 horas, em função do tratamento com inibidor de atividade enzimática.

Tempo (horas)	-----Umidade (g 100 g ⁻¹) -----		
	Tratamento 1 (sem inibidor)	Tratamento 2 (CaCl ₂)	Tratamento 3 (K ₂ S ₂ O ₅)
0	87,5±1,3a	90,3±0,73a	90,4±0,42a
2	76,0±0,12c	87,5±0,24b	89,0±0,38a
4	60,3±1,59b	84,0±0,42a	85,7±0,98a
6	59,2±0,44b	61,9±1,15b	85,4±0,12a
8	46,6±1,87c	53,3±0,28b	77,0±0,25a
10	42,3±1,29b	44,8±1,24b	74,8±0,33a
12	11,6±0,30c	29,0±0,72b	74,9±0,32a
14	8,2±0,19b	6,8±0,43b	71,8±0,36a
16	6,7±0,11b	7,4±0,35b	72,2±0,01a
18	6,8±0,03b	5,8±0,01c	50,5±0,25a
20	8,5±0,37b	7,1±0,27c	15,7±0,17a
22	8,6±0,14a	7,5±0,20b	8,6±0,16a

¹Médias seguidas de letras iguais, na horizontal, não diferem significativamente em nível de 5%, pelo teste de Tukey.

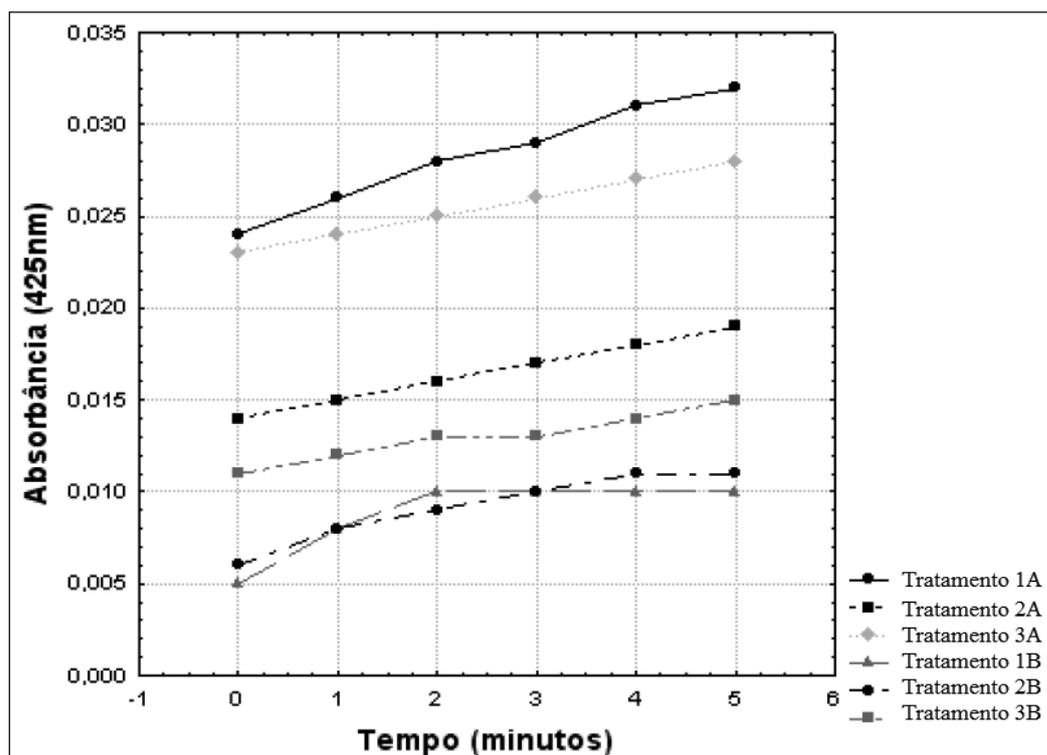


Figura 3 - Atividade da Polifenoloxidase nos extratos de *yacon* antes e após secagem. Tratamento 1A: (sem inibidor químico) antes da secagem; Tratamento 2A: CaCl_2 $1,0\text{g } 100\text{g}^{-1}$ antes da secagem; Tratamento 3A: $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ $0,5\text{g } 100\text{g}^{-1}$ antes da secagem; Tratamento 1B: (sem inibidor químico) após secagem; Tratamento 2B: CaCl_2 $1,0\text{g } 100\text{g}^{-1}$ após secagem e Tratamento 3B: $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ $0,5\text{g } 100\text{g}^{-1}$ após secagem.

A atividade da PPO apresentou menor após a secagem, demonstrando que o *yacon* possui maior teor de peroxidase do que polifenoloxidase na polpa, corroborando estudo realizado por RIBEIRO (2008).

Na figura 4, verifica-se que o coeficiente de determinação do modelo para os três tratamentos foi maior que 0,7, demonstrando boa correlação entre tempo de secagem e umidade. Salienta-se que o tratamento 2 foi o que obteve o melhor ajuste, seguido do tratamento 1.

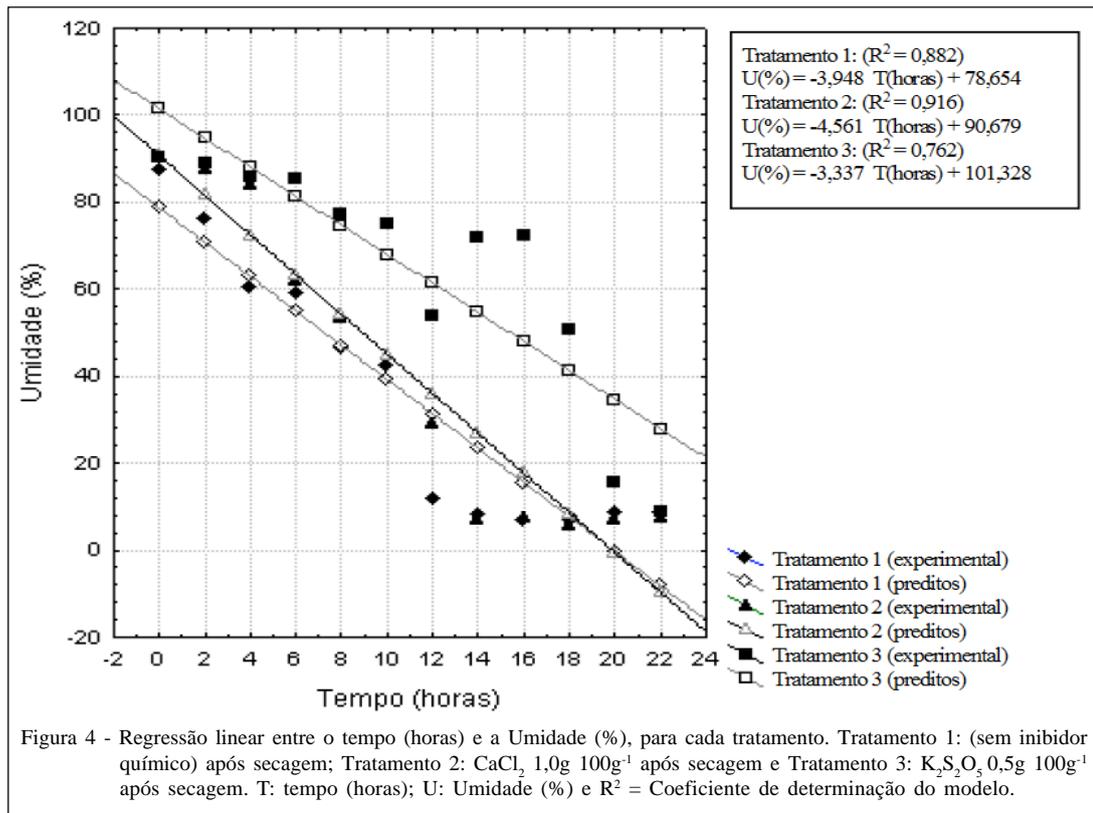
Com relação à atividade da PPO (Figura 3), pode-se observar que, no tratamento 1B, a atividade da enzima ficou constante após dois minutos; porém, no tratamento 2B, a estabilidade só pode ser notada no último minuto da análise. A atividade da polifenoloxidase, após a secagem do *yacon*, foi maior no tratamento 3B (com metabissulfito de potássio), enquanto que, nos outros dois tratamentos, houve uma tendência à estabilidade.

LAURENTI et al. (2005), no monitoramento térmico da peroxidase em carambola, observaram que a enzima perdia sua atividade com o aumento do tempo e da temperatura. Para o estudo da estabilidade térmica

da peroxidase, os extratos brutos foram submetidos a temperaturas de 60, 65, 70, 75, 80 e 85°C, e a atividade enzimática foi determinada em intervalos de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 minutos.

FREITAS et al. (2008), estudando atividade enzimática em geleias e sucos de uva, verificaram maior inativação enzimática a 85°C e tempo de exposição de 10 minutos, sendo as operações de cocção e pasteurização mais eficazes nas geleias do que nos sucos. Em contrapartida, a atividade da POD (Figura 2), apesar de significativa redução após a secagem, mostrou-se crescente, destacando-se a amostra com metabissulfito, por apresentar possível regeneração térmica, devido a sua termorresistência (LUIZ et al., 2007).

Em pesquisa semelhante, porém com abacaxis, foi observada regeneração de 10% da atividade da peroxidase após o tratamento térmico, a 75°C, não sendo verificado esse efeito em temperatura superior a 90°C, em estufa (BRITO et al., 2007). Segundo FREITAS et al. (2008), as enzimas podem recuperar suas atividades após a inativação térmica, num processo conhecido como renaturação. É fato conhecido que



isso é maior quando o resfriamento, que segue o tratamento térmico, é lento, como notado neste trabalho.

Neste contexto, verificou-se que o tratamento 2B (yacon em cloreto de cálcio) diferiu significativamente dos demais ensaios, enfatizando sua maior eficácia na inibição da atividade enzimática. Ao final da secagem, constatou-se que o ensaio utilizando metabisulfito de potássio resultou em dados significativamente distintos dos demais, mostrando efeito contraditório ao esperado, uma vez que o yacon sem inibidor químico apresentou maior inibição da atividade enzimática quando a ele comparado.

CONCLUSÕES

Para a obtenção de farinha de yacon, o melhor método testado para inativação da POD e PPO a ser utilizado foi o método com solução de cloreto de cálcio a $1,0\text{g } 100\text{g}^{-1}$ por 30 minutos. Apesar de não inibir totalmente a atividade das enzimas POD e PPO, este propicia ao produto menor tempo de secagem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.E.M. et al. The control of polyphenol oxidase activity in fruits and vegetables. A study of the iterations between

the chemical compounds used and heat treatment. **Plant Foods Human Nutrition**, Dordrecht, v.47, n.3, p.245-256, 1995.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3ed. Viçosa: UFV, 2004. 465p.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 19.ed. Washington, D.C., 2002. 1219p.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 8, 03 jun. 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 03 jun. 2005, Seção 1, n.105, p. 91.

BRITO, C.A.K. et al. Abacaxi IAC gomo-de-mel (*Ananás comosus* (L.) Merrill): Características da polpa e da peroxidase do suco. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.25, n.2, p.257-266, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612005000200010>. Acesso em: 14 mai. 2008. doi: 10.1590/S0101-20612005000200010.

CABELLO, C. Extração e pré-tratamento químico de frutanos de yacon, *Polymnia sonchifolia*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.2, p.202-207, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612005000200003&script=sci_arttext>. Acesso em: 08 jan. 2008. doi: 10.1590/S0101-20612005000200003.

- CORRÊA, P.C. et al. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.501-510, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162007000300020&script=sci_arttext>. Acesso em: 15 mar. 2008. doi: 10.1590/S0100-69162007000300020.
- FREITAS, A.A.de. et al. Atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) nas uvas das cultivares benitaka e rubi e em seus sucos e geléias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.1, p.172-172 177, 2008. Disponível em: /http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612008000100025&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 abr. 2008. doi: 10.1590/S0101-20612008000100025.
- GRAEFE, S. et al. Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. **Field Crops Research**, Lima, v.86, p.157-165, 2004.
- KHAN, A.A.; ROBINSON, D.S. Hydrogen donor specificity of mango isoperoxidases. **Food Chemistry**, Londres, v.49, n.4, p.407-410, 1994. Disponível em: <linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378429003001850>. Acesso em: 04 mai. 2008. doi: 10.1016/j.fcr.2003.08.003.
- LACHMAN, L. et al. Saccharides of yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. et Endl.) H. Robinson] tubers and rhizomes and factors affecting their content. **Plant soil environment**, Czech Republic, v.50, n.9, p.383-390, 2004.
- LAURENTI, C. et al. Avaliação da atividade da peroxidase em carambola (*Oxalidacia avertroha*) em diferentes estádios de maturação. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.1, p.159-163. 2005.
- LINHARES, L.A. et al. Transformações químicas, físicas e enzimáticas de goiabas 'PEDRO SATO' tratadas na pós-colheita com cloro de cálcio e 1-metilciclopropeno e armazenadas sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.829-841, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542007000300033&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 26 mai. 2008. doi: 10.1590/S1413-70542007000300033.
- LUIZ, R.C. et al. Cinética de inativação da polifenoloxidase e peroxidase de abacate (*Persea americana* Mill.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.1, p.1766-1773, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141370542007000600025&lng=em&nrm=iso&tlng=em>. Acesso em: 17 mar 2008. doi: 10.1590/S1413-70542007000600025.
- LUPETTI, K.O. et al. Análise de imagem em química analítica: empregando metodologias simples e didáticas para entender e prevenir o escurecimento de tecidos vegetais. **Química Nova**, São Carlos, v.28, n.3, p.548-554, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000300031>. Acesso em: 02 jun. 2008. doi: S0100-40422005000300031.
- MALDONADO, S. et al. Efecto de gelificantes en la formulación de dulce de yacón. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.2, p.429-434, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612008000200025&script=sci_arttext>. Acesso em: 18 mai. 2008. doi: 10.1590/S0101-20612008000200025.
- MENOLLI, L. et al. Atuação das enzimas oxidativas no escurecimento causado pela injúria por frio em raízes de batata-baroa. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.1, p.57-63, 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewArticle/1129>>. Acesso em: 16 jun. 2008. doi: 10.4025/actasciagr.v30i1.1129.
- MOSCATTO, J.A. et al. The optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal. **Intern. Journal of Food and Technology**, Oxford, v.41, p.181-188. 2006. Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/journal/118573283/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0>>. Acesso em: 19 jun. 2008. doi: 10.1111/j.1365-2621.2005.01047.x
- NEVES, V.A. et al. Polyphenoloxidase from Yacon Roots (*Smallanthus sonchifolius*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.55, p.2424-2430, 2007. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf063148w>>. Acesso em: 13 mai. 2008. doi: 10.1021/jf063148w.
- NOGUEIRA, A. et al. Efeito do processamento no teor de compostos fenólicos em suco de maçã. Publicação da Universidade Estadual de Ponta Grossa, **Exact Soil Science**, Ponta Grossa, v.9, n.3, p.7-14, 2003.
- OLIVEIRA, M.C.S. et al. Avaliação do método de liquefação enzimática na extração de suco de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.4, p.906-915, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612006000400030&script=sci_arttext&tlng=>>. Acesso em: 14 mar. 2008. doi: 10.1590/S0101-20612006000400030.
- RIBEIRO, J.A.R. Composição química e aspectos bioquímicos do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) e de suas farinhas. In: _____. **Estudo químico e bioquímico do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in natura e processado e influência do consumo de yacon sobre níveis glicêmicos e lipídeos fecais de ratos**. 2008. Cap.2, p.63-98. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.
- SANTANA, I. et al. Raíz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, p.898-905, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000300050>. Acesso em: 12 jun. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000300050.
- SILVA, A.S.S. **A raiz da yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepping & Endlicher) como fonte de fibras alimentares, sua caracterização físico-química, uso na panificação e sua influência na glicemia pós-prandial**. 2007. 156f Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- STATSOFT. **Statistic for Windows 6.0**. Tulsa, 2001. 76p.