

Farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): produção e caracterização química

Production and chemical characterization of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour

RIALA6/1376

Fabiana Carvalho RODRIGUES^{1*}, Adriano Simões Barbosa CASTRO², Hércia Stampini Duarte MARTINO¹, Célia Lúcia de Lucas Fortes FERREIRA³

*Endereço para correspondência: ¹Laboratório de Nutrição Experimental, Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa - UFV, 6º andar, sala 44, Av. P.H. Rolfs s/n, CEP: 3657-0000, Viçosa, MG/Brasil, tel.: 55 31 3899-1276, e-mail: fabianacro@yahoo.com.br

²Laboratório de Biofármacos, Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal de Viçosa - UFV

³Laboratório de Culturas Láticas, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa - UFV

Recebido: 17.03.2011 - Aceito para publicação: 02.09.2011

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram produzir farinha da polpa de yacon, avaliar a viabilidade do processo e caracterizar sua composição química. As análises da composição centesimal foram realizadas de acordo com a metodologia da Associação Científica Dedicada à Excelência Analítica (AOAC). Os teores de fibras alimentares foram analisados pela técnica enzimático-gravimétrica, os açúcares e frutooligosacarídeos - FOS por cromatografia líquida de alta eficiência, e os minerais por espectrofotometria de emissão de plasma. De 115,5 kg de yacon *in natura* foram produzidas 9,6 kg de farinha com a seguinte composição química: 6,9 g.100 g⁻¹ de umidade; 2,7 g.100 g⁻¹ de proteínas; 0,15 g.100 g⁻¹ de lipídios; 5,4 g.100 g⁻¹ de cinzas; 25,7 g.100 g⁻¹ de oligofrutanos; 38,95 g.100 g⁻¹ de carboidratos totais; 0,05 g.100 g⁻¹ de cálcio; 0,21 g.100 g⁻¹ de fósforo e 0,18 g.100 g⁻¹ de magnésio. O processo de produção da farinha favoreceu o aumento da vida útil do yacon. Torna-se também importante a disponibilidade de yacon no mercado na forma de farinha para facilitar sua utilização no preparo de produtos de panificação e, ainda, para que esse produto seja encontrado em qualquer época do ano.

Palavras-chave. processamento de yacon, oligofrutanos, prebiótico, análise centesimal.

ABSTRACT

This study aimed at producing flour from yacon root pulp and assessing the process viability, and to characterize the chemical composition. The chemical composition analyses were performed according to the The Scientific Association Dedicated to Analytical Excellence (AOAC). The dietary fiber contents were analyzed by enzymatic-gravimetric methodology, the sugars and fructooligosaccharides (FOS) by high performance liquid chromatography and the minerals by spectrophotometry for emission of plasma. From 115.5 kg of yacon *in natura*, 9.6 kg of flour were produced with the following composition: 6.9 g.100 g⁻¹ of moisture, 2.7 g.100 g⁻¹ of protein, 0.15 g.100 g⁻¹ of lipid, 5.4 g.100 g⁻¹ of ash, 25.7 g.100 g⁻¹ of oligofrutans, 38.95 g.100 g⁻¹ of total carbohydrates, 0.05 g.100 g⁻¹ of calcium, 0.21 g.100 g⁻¹ of phosphorus and 0.18 g.100 g⁻¹ of magnesium. The process for preparing the flour improved to lengthen the yacon life. In addition, it is also essential the availability of yacon in flour format on the market to facilitate its use for preparing bakery products, and allow it to be on sale at any period the year.

Keywords. processing of yacon, oligofrutans, prebiotic, chemical analysis.

INTRODUÇÃO

O yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é um tubérculo pertencente à família da *Asteraceae*, apresentando um sistema de raiz composto de quatro a 20 tubérculos. Ele é considerado um fruto de sabor doce e conhecido por suas propriedades medicinais por contribuir na redução dos níveis de glicose sanguínea, podendo ser consumido *in natura* (cru e em saladas) ou na forma industrializada como suco, *chips* desidratados, farinha, xaropes, entre outros^{1,2}. Seu cultivo tem expandido em diversas regiões do mundo (Nova Zelândia, Japão, República Checa, Coreia do Sul, Tailândia, Filipinas, Rússia, Estônia, etc.) e inclusive no Brasil, por ser de fácil manejo e processamento e principalmente porque é fonte de componentes bioativos como frutooligosacarídeos (FOS) e compostos fenólicos^{3,4}.

Embora seja considerado um alimento tradicional na América do Sul, para a União Europeia o yacon é um alimento novo, e portanto, deve ser avaliado quanto à segurança antes de ser introduzido no mercado⁴. Isso tem estimulado o interesse da comunidade científica na realização de estudos que vão desde a caracterização da composição química, propriedades tecnológicas, funcionais até a realização de estudos clínicos e toxicológicos que comprovem a segurança quanto ao uso.

Entre os componentes bioativos, o yacon apresenta cerca de 40% a 70% de FOS em base seca⁵. Essa variação ocorre em função do período em que o yacon é colhido, da sazonalidade, clima, altitude, solo e o tratamento pós-colheita⁶. Os FOS pertencem à classe dos frutanos e são carboidratos de origem vegetal não digeríveis pelo organismo humano e, portanto, são compostos bioativos classificados como fibras solúveis⁷ e atuam como prebióticos, ou seja, como ingredientes não digeríveis que afetam benéficamente o hospedeiro pelo estímulo seletivo do crescimento e/ou atividade de uma ou de um número limitado de bactérias no cólon⁸.

Relatos na literatura científica evidenciam que a ingestão de prebióticos tanto em modelos animais quanto em humanos exercem um efeito bifidogênico por favorecer o crescimento de bactérias benéficas no trato digestório, especialmente as do gênero *Bifidobacterium*^{9,10}. Outros benefícios à saúde têm sido atribuídos aos prebióticos como o favorecimento do metabolismo ósseo em animais¹¹; redução dos níveis de triacilglicerídios, insulina e glicose séricos em ratos¹² e modulação do sistema imune¹³.

A umidade do yacon *in natura* é elevada, variando 69,5% a 92,7%¹⁴, o que contribui para sua rápida deterioração que advém da ação de enzimas polifenoloxidasas que catalisam reações, resultando no escurecimento do yacon e de seus produtos¹⁵.

Entre esses produtos, um dos principais é a farinha que tem se mostrado bastante promissora não só por aumentar a vida útil do yacon, mas também pela possibilidade de ser utilizada como ingrediente funcional na formulação de diversos alimentos processados como bolos, biscoitos, doces, pães e outros.

Diferentes metodologias têm sido utilizadas na produção da farinha yacon^{16,17}. No entanto, ainda não há uma padronização do processo que permita a produção em larga escala, o que é importante para viabilizar sua inserção na agroindústria uma vez que o yacon apresenta um maior valor agregado no mercado que outros tipos de plantas como milho e mandioca. Diante disso, este estudo teve como objetivos produzir uma farinha a partir da polpa de yacon, avaliar a viabilidade do processo e caracterizar sua composição química.

MATERIAL E MÉTODOS

O yacon foi obtido no mercado local da cidade de Viçosa (MG) no mês de agosto de 2009. Imediatamente após sua aquisição as raízes foram selecionadas, pesadas e submetidas ao processo de elaboração da farinha conforme a metodologia de Marangoni¹⁸, com adaptações. Após lavagem e sanitização em água clorada a 200 ppm por 15 minutos, o descascamento foi realizado com descascador de vegetais e iniciou-se o tratamento com solução de citrato de sódio 0,5% por 15 minutos. Em seguida, foi fatiado em multiprocessador (Walita-RI7625) e imerso em uma solução de bissulfito de sódio 0,5% por 15 minutos. O líquido foi drenado com auxílio de um escorredor e a secagem foi realizada a 55 °C/48 horas em secador de circulação de ar (Polidryer-DP) com capacidade média para 60 kg de produto.

A produção ocorreu em duas bateladas, sendo utilizado no total 115,5 kg de yacon *in natura*. Ao final do processo de secagem o yacon foi triturado em moedor do tipo cutter e depois em multiprocessador (Arno-PRC). A farinha foi peneirada obtendo-se a granulometria máxima de 425 µm em peneira de 40 mesh (Abronzinox-PGB 97891). Pesou-se a quantidade de farinha obtida para cálculo do percentual de rendimento, sendo % R = (massa da farinha x 100)/peso líquido. A farinha

foi embalada em sacos plásticos de 2 kg a 5 kg que foram vedados e armazenados sob refrigeração.

Determinação da composição química

As farinhas obtidas nas duas bateladas de processamento foram homogeneizadas para obtenção de uma única amostra para realização das análises químicas, conforme metodologias indicadas pela AOAC¹⁹. A umidade foi determinada pelo método de secagem em estufa a 105 °C até peso constante; a proteína pelo método de Kjeldahl, utilizando-se o fator 6,25; os lipídios totais foram analisados pelo método de extração com éter etílico em equipamento Soxhlet e o teor de cinzas (resíduo mineral fixo) pelo método de incineração em mufla a 550 °C. A fibra alimentar solúvel e insolúvel foram determinadas pelo método enzimático-gravimétrico da AOAC¹⁹, utilizando-se *kit dietary fiber total* (Sigma). Os carboidratos não digeríveis foram calculados pela somatória da fração de fibra solúvel, insolúvel e FOS. O valor calórico foi calculado pela soma das calorias fornecidas pelas proteínas, lipídios e carboidratos totais, descontando os carboidratos não digeríveis, utilizando os fatores de conversão 4 Kcal.g⁻¹, 9 Kcal.g⁻¹ e 9 Kcal.g⁻¹, respectivamente²⁰.

Oligofrutanos e os açúcares (glicose, frutose e sacarose) foram determinados por meio de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) em cromatógrafo (Varian, Pro-Star 410) com duas bombas binárias e injetor automático (*auto sampler* 410), detector IR (índice de refração) e água desionizada ultrapura Milli-Q na fase móvel, seguindo-se metodologia descrita por Kaneko et al.²¹. A coluna utilizada foi HPX 87P (BIO-RAD), fase estacionária de chumbo, com temperatura da coluna a 85 °C e fluxo de 0,6 mL.min⁻¹. Os padrões utilizados foram frutose (Sigma), glicose e sacarose (Acros Organics); oligofrutano comercial (85% de pureza). Para o preparo da amostra pesou-se 1 g e diluiu-se em 100 mL de água destilada. Realizou-se a centrifugação a 12.000 rpm por 10 minutos e filtração em membrana de decafluoreto de polivinil (PVDF) da Millipore com 0,22 µm de porosidade e 13 mm de diâmetro, e em seguida, a amostra foi injetada no cromatógrafo. A identificação de cada açúcar foi realizada comparando-se os tempos de retenção obtidos para os padrões e para a amostra, analisados sob as mesmas condições cromatográficas. Para a quantificação dos compostos utilizou-se curvas analíticas construídas a partir de concentrações crescentes de soluções padrão para cada açúcar. Desse modo, foi feita uma correlação

linear entre as áreas dos picos e as concentrações injetadas de cada composto. A equação de regressão linear obtida para cada padrão foi utilizada para quantificar o conteúdo dos açúcares e oligofrutanos na amostra.

Os teores dos minerais (cálcio, fósforo e magnésio) foram determinados por espectrofotometria de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente (Perkin Elmer-Optima 3.300 DV), com limite de detecção de 0,02 ppb para cálcio; 0,1 ppb para magnésio e 30 ppb para fósforo. O preparo da amostra foi realizado conforme metodologia da AOAC¹⁹. Após pesagem de 1g da amostra em tubo de ensaio, iniciou-se o processo de digestão em ácido nítrico concentrado por 16 horas. O conteúdo do tubo, uma vez resfriado a temperatura ambiente, foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL, completando-se o volume com água deionizada e procedeu-se a determinação dos minerais no espectrofotômetro.

Os resultados da composição centesimal e minerais foram expressos como média de três replicatas e fibra alimentar como média de duas replicatas. De acordo com o conteúdo do mineral encontrado a farinha foi classificada como fonte deste nutriente. Isto foi realizado segundo os critérios estabelecidos pela Portaria nº 27/1998 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)²², sendo considerados como fonte os alimentos que contêm no mínimo 15% do valor da ingestão diária recomendada (IDR) para adultos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Viabilidade do processamento da farinha

Durante o processamento do yacon, verificou-se um índice de perda de 7,5% (Tabela 1), sendo esta maior na segunda repetição. As perdas durante o descascamento variam em função do tamanho e morfologia das raízes tuberosas, uma vez que no mercado essas são comercializadas sem nenhuma padronização. O processamento para produção da farinha de yacon foi eficiente para inibir o escurecimento enzimático do produto, mesmo após 6 meses de armazenamento sob refrigeração de 8 °C a 10 °C.

O teor de umidade de 6,9% obtido após a secagem (55 °C/48 horas) está de acordo com a Portaria nº 354/96 do Ministério da Saúde que estabelece no máximo 15% de umidade para farinhas.²³ Valores mais elevados foram encontrados por Marangoni¹⁸ (15,4% de umidade; secagem a 60 °C/72 horas) e Rolim¹⁷ (13,2% de umidade; secagem a 55 °C/24 horas). A variação do

Tabela 1. Processamento da polpa do yacon para obtenção da farinha

	Batelada 1 (kg)	Batelada 2 (kg)	Total (kg)	Índice de perdas*
Yacon <i>in natura</i>	52,7	62,8	115,5	
Perdas durante o descascamento	3,1	5,6	8,7	7,5%
Quantidade processada	49,6	57,2	106,8	
Quantidade de farinha obtida	4,4	5,2	9,6	

* Índice de perdas em relação à quantidade total processada

binômio tempo/temperatura usada na secagem do yacon influencia o teor de umidade da farinha.

As condições de processamento empregadas neste estudo proporcionaram um percentual de rendimento de 9,0%, sendo esse maior do que o encontrado por Ribeiro²⁴ e Moscatto et al.¹⁶ que obtiveram 7,9% e 7,5%, respectivamente. Apesar de ser maior que de outros estudos, o rendimento obtido ainda é baixo, provavelmente em função do elevado conteúdo de água e baixo teor de sólidos totais do yacon.

Para viabilizar o processo de produção da farinha de yacon e inseri-lo na agroindústria tornam-se necessários mais estudos para melhorar o sistema de fabricação. Isso se justifica pelo fato do yacon atualmente ter um valor agregado no mercado maior que outros tipos de plantas como milho e mandioca, devido ao apelo de funcionalidade (prebiótico). Além disso, a farinha apresenta como vantagem a praticidade, facilidade para consumo e uso na elaboração de diversos alimentos tais como produtos de panificação, barra de cereal, entre outros, uma vez que essa poderá ser, no caso, encontrada em qualquer época do ano, independente do período de safra.

Composição química

A composição química da farinha de yacon é apresentada na Tabela 2. Os teores de proteínas e umidade obtidos foram próximos aos de Vasconcelos et al.²⁵, cuja matéria-prima usada na produção da farinha foi adquirida no mesmo mercado do presente estudo. Rolim¹⁷ obteve valores diferentes na composição química da farinha: 4,2 g.100 g⁻¹ de cinzas; 3,4 g.100 g⁻¹ de proteínas; 0,19 g.100 g⁻¹ de lipídios e 13,2% de umidade.

Segundo a Anvisa,²² um alimento é fonte de um determinado nutriente quando contribui no mínimo com 15% da IDR. De acordo com nossos resultados a farinha pode ser considerada fonte de fósforo e magnésio, por fornecer 30% e 69,2% da IDR para adultos,

Tabela 2. Composição química da farinha de yacon (g.100g-1)

Componentes	
Umidade	6,9
Cinzas	5,4
Proteínas	2,7
Lipídios	0,15
Fibra alimentar solúvel (FS)*	2,72
Fibra alimentar insolúvel (FI)	10,53
Carboidratos não digeríveis ¹	38,95
Valor calórico (kcal.g-1)	142,75
Glicose	8,6
Frutose	21,1
Sacarose	16,3
Oligofrutanos (FOS)**	25,7
Cálcio	0,05
Fósforo	0,21
Magnésio	0,18

*Fração solúvel de fibra determinado pelo método enzimático-gravimétrico

**Fração solúvel de fibra determinado pelo método HPLC

¹Carboidratos não digeríveis = FS+FI+FOS

respectivamente. Ribeiro²⁴ obteve menor concentração desses nutrientes. As diferenças nas concentrações da composição centesimal e de minerais entre os estudos podem ocorrer em função das condições de cultivo como clima, altitude, região e tipo de solo.

No presente estudo, o valor de fibra alimentar insolúvel (Tabela 2) foi próximo ao encontrado por Ribeiro²⁴. Segundo Vasconcelos et al.²⁵, a fração solúvel é a soma do valor obtido pelo método enzimático-gravimétrico mais os oligofrutanos detectados por HPLC. Os métodos enzimático-gravimétricos determinam apenas a fração solúvel da fibra com grau de polimerização (GP) maior ou igual a 12, visto que tais fibras se solubilizam em álcool 78% e possuem baixo peso molecular, sendo perdidas na etapa de filtração. Como o yacon apresenta teor elevado de oligossacarídeos de baixo GP (3-10 monômeros), faz-se necessário empregar o método HPLC para detectar esses compostos.

A farinha de yacon desenvolvida fornece um elevado teor de fibra alimentar, especialmente a fração solúvel, podendo sugerir alegação de funcionalidade, conforme Resolução nº 359/2003 da Anvisa²⁶. Os teores de oligofrutanos encontrados no presente estudo (25,7 g.100 g⁻¹) foram superiores ao obtidos Vasconcelos et al.²⁵ (19,4 g.100 g⁻¹) e inferiores aos de Genta et al.²⁷ (44,2 g.100 g⁻¹). Essas variações podem ocorrer devido ao período de cultivo e da colheita, tempo de armazenamento e das condições de estocagem. Lobo et al.²⁸ ao produzir uma

farinha por meio do processo de liofilização, obtiveram um maior teor de oligofrutanos (55,3 g.100 g⁻¹). Embora a liofilização seja um método de secagem mais eficiente do que a secagem em estufa, sua utilização no processamento da farinha de yacon torna-se inviável na economia familiar por apresentar custo elevado.

O teor de oligofrutanos encontrado no yacon tem despertado o interesse de muitos pesquisadores pelo fato deste ser um componente bioativo com alegação de prebiótico²⁹. Além disso, Oliveira e Nishimoto³⁰ relataram que ao comparar o yacon com outras plantas freqüentemente utilizadas no processo de extração de frutanos, como *Helianthus tuberosus*, *Chichorium inthybus*, *Dália* sp.; o yacon possui a vantagem de fornecer maior produtividade (5,7 t/ha contra 4,5, 0,9 e 2,5 t/ha das espécies citadas, respectivamente).

O yacon apresentou-se como uma fonte promissora de oligofrutanos, podendo ser utilizado como ingrediente para produzir alimentos com efeitos prebióticos e/ou simbióticos, ou seja, alimentos formulados com um prebiótico e um probiótico.

CONCLUSÃO

As condições de processamento utilizadas neste estudo permitiram obter uma farinha com 6,9% de umidade e rendimento de 9%. Por ter um conteúdo considerável de oligofrutanos, a farinha de yacon apresentou-se como um ingrediente funcional que pode ser utilizada pela indústria de alimentos na formulação de produtos prebióticos e simbióticos. Além das raízes de yacon serem consumidas *in natura*, é importante também, que o yacon seja disponibilizado no mercado na forma de farinha para facilitar sua utilização no preparo de produtos de panificação e permitir que ele seja encontrado em qualquer época do ano.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

1. Grau A, Rea J. Yacon: *Smallanthus sonchifolius* (Pop. & Endl.) [acesso 2009 Fev 7]. Disponível em: [http://www.cipotato.org].
2. Aybar MJ, Sánchez Riera AN, Grau A, Sánchez SS. Hypoglycemic effect of the water extract of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) leaves in normal and diabetic rats. *J Ethnopharmacol*. 2001;74(2):125-32.
3. Chuda Y, Suzuki M, Nagata T, Tsushida T. Contents and cooking loss of three quinic acid derivatives from garland (*Chrysanthemum coronarium* L.). *J Agric Food Chem*. 1998;46(4):1437-9.
4. Ojansivu I, Ferreira CL, Salminen S. Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use. *Trends Food Sci Technol*. 2011;22(1):40-6.
5. Santana I, Cardoso MH. Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. *Ciênc Rural*. 2008;38(3):898-905.
6. Graefe S, Hermann M, Manrique I, Golombek S, Buerkert A. Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. *Field Crops Res*. 2004;86:157-65.
7. Sales RL, Rodrigues FC, Costa NMB, Ferreira CLLF. Yacon: aspectos nutricionais, tecnológicos e funcionais. In: Costa NMB, Rosa COB, editores. Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos. 1ª ed. Rio de Janeiro (RJ): Ed. Rúbio; 2010. p. 229-39.
8. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Technical Meeting on Prebiotics. Food Quality and Standards Service (AGNS); 2007. [acesso 2010 Jun 26]. Disponível em: [http://www.fao.org/ag/agn/agns/files/PrebioticsTechMeetingReport.pdf].
9. Ferreira CLL, Teshima E, Costa NMB. Effect of probiotic, prebiotic synbiotic on colon and cecum microbiota of rats. *Int J Probiot Prebiot*. 2008;3(2):71-6.
10. Bounnik Y, Vahedi K, Achour L, Attar A, Salfati J, Pochart P, et al. Short-chain fructo-oligosaccharide administration dose-dependently increases fecal bifidobacteria in healthy humans. *J Nutr*. 1999;129(1):113-6.
11. Lobo AR, Colli C, Filisetti TMCC. Fructooligosaccharides improve bone mass and biomechanical properties in rats. *Nutr Res*. 2006;26(8):413-20.
12. Delzenne NM, Kok NN. Biochemical basis of oligofructose-induced hypolipidemia in animal models. *J Nutr*. 1999;129(7):1467.
13. Arslanoglu S, Moro GE, Schmitt J, Tandoi L, Rizzardi S, Boehm G. Early dietary intervention with a mixture of prebiotic oligosaccharides reduces the incidence of allergic manifestations and infections during the first two years of life. *J Nutr*. 2008;138(6):1091-5.
14. Lachman J, Fernández EC, Orsák M. Yacon [*Smallanthus sonchifolia* (Poepp. et Endl.) H. Robinson] chemical composition and use – a review. *Plant Soil Environm*. 2003;49(6):283-90.
15. Valentova K, Cvak L, Muck A, Ulrichova J, Simanek V. Antioxidant activity of extracts from the leaves of *Smallanthus sonchifolius*. *Eur J Nutr*. 2003;42(1):61-6.
16. Moscatto JA, Borsato D, Bona E, de Oliveira AS, de Oliveira Haully MC. The optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal. *Int J Food Sci Technol*. 2006;41(2):181-8.

17. Rolim PM. Aspectos sensoriais e funcionais de pães com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) [dissertação de mestrado]. Recife (PE): Universidade Federal de Pernambuco - UFPE; 2008.
18. Marangoni AL. Potencialidade de aplicação de farinha de yacon (*Polymnia sonchifolia*) em produtos à base de cereais [dissertação de mestrado]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas - Unicamp; 2007.
19. AOAC. Official Methods of Analysis of the AOAC. 12^a ed. Washington; 1997.
20. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 22 dez. 2000.
21. Kaneko T, Kudo T, Horikoshi K. Comparacion of CD composition produced by chimeric CGTases. *Agric Biol Chem*. 1990;54(1):197-201.
22. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília; 1998.
23. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Adota o Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 22 jul. 1996.
24. Ribeiro JA. Estudos químico e bioquímico do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) *in natura* e processado e influência do seu consumo sobre níveis glicêmicos e lipídeos fecais de ratos [dissertação de mestrado]. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras - UFLA; 2008.
25. Vasconcelos CM, Silva CO, Teixeira LJQ, Chaves JBP, Martino HSD. Determinação da fração da fibra alimentar solúvel em raiz e farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) pelo método enzimático-gravimétrico e cromatografia líquida de alta eficiência. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2010;69:188-93.
26. Brasil. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Aprova o Regulamento Técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. Diário Oficial [da] União. Brasília, DF, 26 dez. 2003. Seção 1, p.28-9.
27. Genta SB, Cabrera WM, Grau A, Sánchez SS. Subchronic 4-month oral toxicity study of dried *Smallanthus sonchifolius* (yacon) roots as a diet supplement in rats. *Food Chem Toxicol*. 2005;43(11):1657-65.
28. Lobo A, Colli C, Alvares EP, Filisetti TMCC. Effects of fructans-containing yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp & Endl.) flour on caecum mucosal morphometry, calcium and magnesium balance, and bone calcium retention in growing rats. *Br J Nutr*. 2007;97:776-85.
29. Gibson GR. Fibre and effects on probiotics (the prebiotic concept). *Clin Nutr*. 2004;1(2):25-31.
30. Oliveira MA, Nishimoto EK. Avaliação do desenvolvimento de plantas de yacon (*Polymnia sonchifolia*) e caracterização dos carboidratos de reservas em HPLC. *Braz J Food Technol*. 2004;7(2):215-20.