



## YACON NA ALIMENTAÇÃO HUMANA: ASPECTOS NUTRICIONAIS, FUNCIONAIS, UTILIZAÇÃO E TOXICIDADE

João Tomaz da Silva Borges<sup>1</sup>, Mônica Ribeiro Pirozi<sup>2</sup>, Cláudia Denise de Paula<sup>3</sup>, Juliana Gonçalves Vidigal<sup>4</sup>, Natanielli Alves de Sousa e Silva<sup>5</sup>, Fabiano Ricardo Brunele Caliman<sup>6</sup>

### Resumo

Este estudo teve por objetivo revisar a composição físico-química, as propriedades funcionais, o uso e a toxicidade do yacon (*Smallanthus sonchifolius*). Trata-se de uma planta da família Asteraceae, originária das regiões Andinas, adaptável a diferentes tipos de solos e condições climáticas. Sua composição vem despertando a atenção da comunidade científica pelo conteúdo de frutooligossacarídeos e componentes antioxidantes. A maneira mais comum de consumo é ao natural, ocorrendo ainda nas formas de chips desidratados, xaropes, sucos, dentre outras. É indicado para pessoas com distúrbios intestinais, hiperglicêmicas e hipercolesterolêmicas. São, ainda, incipientes as publicações científicas sobre efeito indesejável desta raiz na saúde humana pela presença de componentes antinutricionais, tóxicos, ou da interferência destes na biodisponibilidade de nutrientes. Devido ao hábito alimentar e desconhecimento, o consumo de yacon é reduzido, sendo seu cultivo restrito a pequenos produtores. Nenhum caso relacionado a efeito negativo comprovadamente decorrente do consumo da raiz foi registrado no Brasil desde a introdução da cultura em 1991 até a presente data. Mais estudos devem ser realizados de maneira a reforçar e comprovar seus benefícios funcionais e nutricionais em humanos, estimulando o cultivo, o consumo e o uso industrial.

Palavras-chave: *Smallanthus sonchifolius*, nutrição, consumo, toxicologia.

### Abstract

The objective of this work is to review the physico-chemical composition, the functional properties, use and toxicity of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). It is a plant of the family Asteraceae originally Andean regions, adaptable to different types of soil and climatic conditions. The yacon composition has regarded attention of the scientific community by the content of fructooligosaccharides and antioxidant components. The most common way to use is natural or raw, occurring even in the forms of chips, syrups, juice among others. It is indicated for people with bowel disorders, hyperglucosic and hipercholesterolic. There are few scientific publications regarding the effect of this root in human health caused by the presence of component toxic or antinutritional or its interference on bioavailability of nutrients. The yacon consumption is reduced

<sup>1</sup> Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Professor, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Venda Nova do Imigrante, ES. E-mail: [jtsborges@ifes.edu.br](mailto:jtsborges@ifes.edu.br).

<sup>2</sup> Ph.D. em Ciência de Grãos, Professora, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Professora, Departamento de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad de Córdoba, Colombia.

<sup>4</sup> Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Professora, Instituto Federal Fluminense, Bom Jesus do Itabapoana, RJ.

<sup>5</sup> Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

<sup>6</sup> Doutor Fitotecnia, Professor, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Venda Nova do Imigrante, ES.



due to eating habits and ignorance, being its cultivation restricted to small producers. Since the introduction of culture in 1991 up to the present date there is no case registered in Brazil related to proven negative effect arising from the consumption of root. More studies should be carried out to lead reinforcement and demonstration of the nutritional and functional benefits to humans, besides to stimulate cultivation, consumption and industrial use of yacon.

Keywords: *Smallanthus sonchifolius*, nutrition, toxicology, consumption.

## 1. Introdução

O yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepping e Endlicher) é uma planta originária da região Andina, na América do Sul. Possui raízes tuberosas utilizadas na alimentação sendo considerado um alimento nutracêutico em decorrência de seus componentes designados como fibras alimentares solúveis e prebióticos, devido a sua baixa digestibilidade por enzimas do trato gastrointestinal humano, estímulo seletivo do crescimento e atividade de bactérias intestinais promotoras da saúde (CORRÊA, et al., 2009; VANINI et al., 2009).

O cultivo desta planta tem expandido em diversas regiões do mundo (Nova Zelândia, Japão, República Checa, Coreia do Sul, Tailândia, Filipinas, Rússia, Estônia, Eslováquia, China, Taiwan, dentre outros) e, inclusive, no Brasil, por ser de fácil manejo, processamento e fonte de componentes bioativos como frutooligossacarídeos (FOS) e compostos fenólicos (OJANSIVU et al., 2011; DUARTE et al., 2008). Em território nacional, o cultivo iniciou-se na década de 1990, com consumo expressivo da raiz em meados dos anos 2000, tornando-se popularmente conhecida como batata yacon ou batata “diet” (PRATI et al., 2009; CORRÊA et al., 2009).

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 mercado (RODRIGUES et al., 2011; OJANSIVU et al., 2011). Este fato tem estimulado o interesse da comunidade científica na realização de estudos que vão desde a caracterização da composição química, propriedades tecnológicas e funcionais, além de

estudos toxicológicos que comprovem a segurança quanto ao uso.

As características da planta e da raiz têm sido vinculadas aos inúmeros benefícios para o consumidor em geral, representando um novo produto a ser explorado e aplicado em níveis social, agrícola, tecnológico e científico. A continuidade das investigações sobre alimentos com propriedades nutracêuticas, como o yacon, são importantes, inclusive, para a conscientização da população quanto aos seus benefícios e estímulo de consumo.

Atualmente, é comprovada a relação entre alimentação, hábitos de vida e algumas doenças crônicas não transmissíveis. A alimentação saudável não somente reduz o risco de determinadas doenças, como é também um poderoso recurso terapêutico (melhora a qualidade de vida). Neste aspecto, iniciou-se a revolução nutracêutica, ou seja, a procura por alimentos que ofereçam benefícios para a saúde, incluindo a prevenção e o tratamento de doenças. Assim, este trabalho tem por objetivo revisar aspectos relativos à composição físico-química, às propriedades funcionais, às formas de consumo e à toxicidade do yacon.

## 2. Metodologia

O presente artigo consiste em uma revisão crítica sobre o tema. A metodologia utilizada para a realização deste estudo foi por meio de análises de leituras de artigos publicados, principalmente, em revistas indexadas nas bases de dados MedLine, Lilacs, Capes, Scielo, Google *scholar* e Cochrane, Sciencedirect, no período de 2001 a 2012, com ênfase nos últimos 5 anos, nos idiomas português, espanhol e inglês, utilizando-se os

seguintes descritores: yacon, composição físico-química, aspectos nutricionais, toxicológicos, processamento e consumo, alimentos funcionais (*functional foods*), frutooligosacarídeos (*fructooligosaccharides*), oligofrutose (*oligofructose*) e inulina (*inulin*).

Foram selecionados estudos transversais, observacionais, epidemiológicos, experimentais em animais e ensaios clínicos randomizados, controlados, duplo-cegos, seguidos de tratamento estatístico.

### 3. Características da planta yacon

O yacon possui grande capacidade de adaptação em diferentes tipos de solo e condições climáticas. É uma planta perene, com raízes tuberosas que variam de 200 a 600 g ou mais, chegando a produzir acima de 5 kg tubérculo/planta e rendimento de campo variando entre 50 a 70 t/ha (ESPIRITO SANTO et al., 2003; GRAEFE et al., 2004).

Oliveira e Nishimoto (2004) verificaram que a melhor época para colheita das raízes tuberosas varia da 31<sup>a</sup> e 35<sup>a</sup> semana após o plantio, pois os teores de sólidos solúveis totais, oligofrutanos e rendimento são mais significativos, quando comparados a outras épocas.

O sistema subterrâneo da planta é constituído de três partes distintas: rizóforos, ricos em fibras não digeríveis, que são um aglomerado de massa contendo botões germinativos, que dão origem a novas plantas; raízes, com função de absorção e fixação e raízes tuberosas ou de reserva (MARTINS et al., 2011).

De aparência similar à batata doce, as raízes de yacon são fusiformes, apresentando grande variação no tamanho, formato e peso (Figura 1) (SANTANA e CARDOSO, 2008). A cor da casca varia do marrom até uma tonalidade arroxeada, enquanto a polpa comestível pode ser branca, amarela, laranja ou roxa, dependendo da variedade (VALENTOVÁ e ULRICHOVÁ, 2003; MANRIQUE e HERMANN, 2004). O descascamento da raiz pode ser realizado manualmente ou quimicamente, empregando-se

solução de hidróxido de sódio (SILVA et al., 2010). A desuniformidade das raízes inviabiliza o uso de equipamentos industriais normalmente utilizados no processamento de vegetais, como os processos por abrasão.

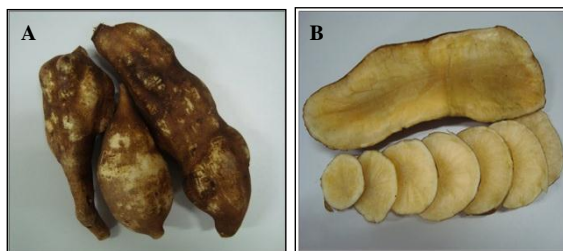


Figura 1: Raiz de yacon (A) e cortes longitudinal e transversal (B).

O yacon apresenta compostos bioativos de importância à saúde humana, sendo, portanto, considerado alimento funcional, uma vez que é fonte de FOS e suas propriedades funcionais decorrem do fato de que possuem efeitos de fibras dietéticas, além de apresentar um reduzido valor calórico (OLIVEIRA et al., 2011; HABIB et al., 2011; OJANSIVU et al., 2011).

### 4. Composição físico-química e importância nutricional

O yacon tem grande semelhança com a batata doce (*Ipomoea batatas*) que apresenta a particularidade de armazenar amido como principal carboidrato.

Observa-se, na Tabela 1, o elevado teor de umidade do yacon, normalmente superior à maioria dos tubérculos e raízes encontrados no Brasil e semelhante a frutas como maçã, pêra, melancia, mamão, dentre outras (NEPA, 2011).

Este teor pode variar de 80 a 90% na raiz *in natura*, contribuindo positivamente para seu baixo valor energético. Por outro lado, reduz significativamente sua vida de prateleira para no máximo sete dias em condições não refrigeradas, pois seus tecidos internos são delicados, podendo romper-se facilmente durante a colheita, embalagem e transporte (SANTANA e CARDOSO, 2008; SCHER et al., 2009).



Tabela 1: Composição físico-química (g.100 g<sup>-1</sup>) da batata yacon *in natura* em comparação à batata doce.

Composição (g 100 g <sup>-1</sup> )	Yacon*	Batata doce**
Umidade	90,49	69,50
Proteínas	0,35	1,30
Lipídios	0,29	0,10
Cinzas	0,46	0,90
Carboidratos	8,41	28,20
Fibra alimentar	1,17	2,60
Valor energético (kcal.100g <sup>-1</sup> )	33	118

Fonte: \*LAJOLO e MENEZES (2008), \*\*NEPA (2011).

As raízes tuberosas de yacon contêm entre 10% e 14% de matéria seca, fração composta por aproximadamente 90% de carboidratos (digeríveis e não digeríveis), dentre os quais, frutose e glicose, sacarose e FOS, além de traços de amido e inulina. A composição dos açúcares varia em função de fatores como: cultivar, época de cultivo e colheita, tempo e temperatura pós-colheita (KANASHIRO et al., 2008; VASCONCELOS et al., 2010).

A Tabela 2 apresenta os principais açúcares presentes na raiz de yacon, com destaque na concentração de FOS.

A composição físico-química média de yacon (base seca) por tipo de carboidratos totais varia de 40 a 70% de FOS, 5 a 15% de sacarose, 5 a 15% de frutose e menos de 5% de glicose (MANRIQUE et al., 2005; MADRIGAL; SANGRONIS, 2007). Entretanto, a concentração destes açúcares pode variar conforme estágio de maturação, colheita, tempo e temperatura pós-colheita e condições de processamento (RODRIGUES et al., 2011).

Tabela 2: Conteúdo de açúcares (g100 g<sup>-1</sup>) na batata de yacon *in natura*.

Açúcares	Composição (g 100 g <sup>-1</sup> )
Frutooligossacarídeos	46,1
Sacarose	9,7
Glicose	14,6
Frutose	29,6

Fonte: PEREIRA (2009).

Em oposição à maioria dos tubérculos e raízes que armazenam carboidratos na forma de amido, o yacon armazena essencialmente FOS, açúcares que não podem ser digeridos diretamente pelo organismo humano devido à ausência de enzimas necessárias para o metabolismo destes elementos, sendo, portanto, considerados componentes bioativos na alimentação humana (GENTA et al., 2009). Segundo DuPont e DuPont (2011) estes açúcares são utilizados por bactérias ácido lácticas presentes no intestino grosso.

O teor de oligofrutanos encontrado no yacon tem despertado o interesse de muitos pesquisadores por ser um componente bioativo com alegação de prebiótico (KEENAN et al., 2011; SOLEIMANI et al., 2012). Além disso, Oliveira e Nishimoto (2004) relataram que ao comparar o yacon com outras plantas frequentemente 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 mineral mais abundante no yacon é o potássio (230 mg 100 g<sup>-1</sup> de matéria fresca comestível ou de 1 a 2% de peso seco), presente em quantidades superiores àquelas de frutas geralmente consumidas no Brasil como banana, laranja, limão, goiaba, maçã, mamão, manga, melancia, melão, pêra, dentre outras. Em menores quantidades são encontrados cálcio, fósforo, magnésio, sódio, ferro, zinco, manganês e cobre (MANRIQUE e PÁRRAGA, 2005; RODRIGUES et al., 2011; NEPA, 2011). Algumas vitaminas (retinol, caroteno, tiamina, riboflavina, niacina), encontradas no yacon, geralmente, representam





elementos traço em sua composição, exceto o ácido ascórbico. Outro composto também presente é o triptofano, existente em quantidades médias de  $14,6 \pm 7,1 \mu\text{g g}^{-1}$  (TAKENAKA et al., 2003; VALENTOVÁ e ULRICHOVÁ, 2003).

A concentração de compostos fenólicos varia, consideravelmente, nas diferentes partes da planta. Os altos níveis presentes nas folhas têm atraído a atenção para sua utilização com finalidades terapêuticas. De acordo com Neves et al. (2009), o interesse no estudo destes componentes tem aumentado expressivamente devido ao seu potencial antioxidante contra radicais livres, altamente nocivos à saúde humana.

Vários estudos têm comprovado os efeitos de folhas e caules da planta, sendo estes considerados suplemento alimentar em potencial na prevenção de doenças crônicas envolvendo estresse oxidativo, diabetes (AYBAR et al., 2001; VALENTOVÁ et al., 2004; 2005; TERADA et al., 2006); arteriosclerose (VALENTOVÁ et al., 2003); controle de pressão arterial e dos níveis de colesterol (VIGNALE e GURNI, 2005). Na medicina popular, estas partes da planta são geralmente desidratadas e preparadas na forma de chá.

O yacon possui quantidade superior de fenólicos totais/grama de matéria fresca *in natura* (cerca de  $200 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ /matéria fresca comestível) quando comparada à batata doce ( $161 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ /matéria fresca comestível), dentre os quais destaca-se o ácido clorogênico, com níveis aproximados de  $48,5 \mu\text{g g}^{-1}$  de polpa fresca (VALENTOVÁ e ULRICHOVÁ, 2003), apresentando como vantagem a possibilidade de consumo *in natura*, garantindo a ingestão de maiores quantidades destes compostos, uma vez que o tratamento térmico reduz sua quantidade em alimentos processados, conforme verificado por Donado-Pestana (2011) ao determinar os teores de fenólicos totais em raízes de batata doce sob diferentes métodos de cocção.

A presença de compostos fenólicos como ácidos clorogênico, ferúlico e caféico; quercetina e flavonoides como catequinas e proantocianidinas, tanto nas folhas como nas raízes de reserva de

yacon foi também verificada por Simonovska et al. (2003), Takenaka et al. (2003).

Há um crescente interesse na relação entre alimentos e saúde, destacando-se o consumo de antioxidantes naturalmente presentes em alimentos, como compostos fenólicos, vitaminas (C, E) e carotenoides, já que diversas alegações de saúde têm sido atribuídas a estas substâncias (COSTA e ROSA, 2010).

Durante o descascamento e processamento da yacon, quando as membranas celulares são rompidas, os polifenóis estão disponíveis para se misturar aos demais componentes, especialmente as enzimas citoplasmáticas (fenoloxidasas), condição suficiente para a ocorrência de oxidação enzimática na presença de oxigênio, formando pigmentos marrons ou pretos, muito comum em frutas e outros vegetais (VALENTOVÁ e ULRICHOVÁ, 2003).

A presença destes fenólicos torna a raiz suscetível a reações de escurecimento causadas pelas enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO). Nessa reação ocorre a formação de melanina (pigmento escuro), que deprecia a qualidade do produto (NEVES e SILVA, 2007), sendo seu controle ou prevenção facilmente realizado 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).

A POD induz alterações negativas de sabor durante o armazenamento, sendo 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). A 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; PADILHA et al., 2009).



O córtex da raiz deve ser preservado durante o processamento quando se deseja obter um produto final com maiores quantidades de componentes antioxidantes, pois é nesta região onde se tem grande concentração destas substâncias (BUTLER e RIVERA, 2004).

## 5. Propriedades funcionais

O conceito de alimentos funcionais foi proposto inicialmente no Japão, em meados da década de 1980, e nos anos 90, recebeu a designação em inglês de *FOSHU* (Foods for Specified Health Use, Alimento para uso Específico de Saúde), referindo-se àqueles alimentos usados como parte da dieta normal que demonstram benefícios fisiológicos e, ou reduzem o risco de doenças crônicas, além de suas funções básicas nutricionais (COSTA e ROSA, 2010). O yacon vem despertando interesse científico e do consumidor, em geral pelos efeitos benéficos para a saúde humana, devido à presença de FOS e outros componentes bioativos.

O uso medicinal da yacon tem aumentado devido à propriedade hipoglicemiante relatada para esta espécie (CORRÊA et al., 2009), devido à presença de FOS. Além desta propriedade, outros efeitos benéficos na saúde humana são relacionados, como a não-cariogenicidade, o valor energético reduzido, a redução dos lipídios no sangue, o aumento da absorção de minerais e a inibição dos estágios iniciais do câncer de cólon (VANINI et al., 2009; MARTINS et al., 2011).

Atualmente, a tuberosa é comercializada como nutracêutico e descrita como o alimento com maior conteúdo de FOS na natureza. A atividade prebiótica dos FOS presentes na raiz tem sido associada a efeitos favoráveis à saúde como alívio da constipação, além de favorecer à saciedade pelo elevado conteúdo em água e fibra solúvel, redução de trânsito intestinal, aumento na absorção de minerais, fortalecimento do sistema imunológico, diminuição do desenvolvimento de câncer de cólon, os quais são cientificamente comprovados quando em dosagens recomendadas (SANTANA e CARDOSO, 2008; GEYER et al., 2008). Portanto, a ingestão de alimentos contendo este tipo de

açúcar mostra-se como uma opção viável para os consumidores.

O consumo de frutanos do tipo inulina presentes na farinha de yacon promoveu maior equilíbrio de cálcio e magnésio em ratos em crescimento, contribuindo para um incremento na retenção mineral óssea (LOBO et al., 2007). Segundo observaram os autores, estes efeitos foram acompanhados por um aumento no peso do ceco, número e profundidade das criptas intestinais, bem como no número de criptas bifurcadas, sugerindo uma maior superfície de absorção.

Estudos preliminares demonstraram que o yacon apresenta baixo índice glicêmico e baixo poder calórico, tornando-o um alimento alternativo na dieta de diabéticos, podendo ser usado no combate à obesidade e ao sobrepeso. Do ponto de vista tecnológico, os frutanos são, geralmente, utilizados como substitutos de gordura e açúcar, tendo em vista a capacidade da inulina de formar géis estáveis e a função umectante e edulcorante dos FOS, semelhante à sacarose (4 calorias/g), porém com aporte calórico reduzido (1,5 calorias/g) (MEIER e LOCHS, 2007; OLIVEIRA et al., 2009).

Baroni et al. (2008); Genta et al. (2010) demonstraram o efeito hipoglicemiante de extrato de folhas de yacon em ratos diabéticos. De igual forma Aybar et al. (2001) reportaram que chá das folhas da planta reduziu significativamente as concentrações de glicose sanguínea em ratos diabéticos.

Da Silva et al. (2006) avaliaram a resposta glicêmica em mulheres saudáveis, após a ingestão de raiz de yacon *in natura*, encontrando valores de índice glicêmico 70% menor em relação ao pão branco. Mayta et al. (2004) obtiveram resultados favoráveis ao consumo da raiz ao estudarem seu efeito sobre a resposta glicêmica e pico de glicose pós-prandial em indivíduos saudáveis.

Para os autores, este é um tipo de alimento que deve ser inserido na dieta normal de indivíduos diabéticos. Resultados semelhantes foram também obtidos por Teixeira et al. (2009) ao avaliarem a redução do índice glicêmico promovida pela



adição de yacon ao suco de laranja industrializado em indivíduos de ambos os sexos, com idade entre 20 e 40 anos. Conforme relatam Martins et al. (2011), estes efeitos devem-se à ação dos FOS presentes em grande quantidade na folha e na raiz desta tuberosa.

Pesquisas realizadas com modelos animais indicam que os FOS favorecem a absorção de cálcio, ferro, zinco, magnésio; reduzem os níveis de colesterol, fortalecem o sistema imune e reduzem lesões carcinogênicas no cólon. Estudos em que as folhas da tuberosa foram avaliadas revelaram a presença de polifenóis com atividade antioxidante, os quais estão associados à prevenção de câncer, arteriosclerose e redução dos níveis de glicose sanguínea em ratos diabéticos e não diabéticos (LOBO et al., 2007; LOBO et al., 2009; LOBO et al., 2011; MORRIS e MORRIS, 2012).

A atividade quimioprotetora de yacon sobre o desenvolvimento de lesões pré-neoplásicas foi estudada por Moura (2012) em ratos Wistar machos. Os resultados mostraram redução no número, multiplicidade de focos de criptas aberrantes e no número de adenocarcinomas invasivos nos grupos tratados com yacon. Os resultados sugerem que a ingestão de extrato de yacon exerceu atividade quimiopreventiva contra carcinogênese de cólon.

A administração de extrato de folhas de yacon reduziu significativamente os níveis de glicose no plasma sanguíneo em ratos normais. A administração de 2% de chá de yacon *ad libitum* em vez de água durante 30 dias produziu efeito hipoglicêmico significativo em ratos diabético-induzidos. Depois de 30 dias de administração do chá, ratos diabéticos mostraram melhorias em parâmetros como glicose no plasma, nível de insulina plasmática, peso corporal, relação peso corporal e peso do rim, liberação de creatinina e excreção de albumina urinária quando comparados com o grupo controle (AYBAR et al., 2001).

## **6. Processamento e formas de consumo**

A partir das raízes tuberosas de yacon é possível obter farinha, aplicável a produtos com baixo teor de gordura e açúcar, reduzindo o valor

calórico, além de propiciar benefícios fisiológicos (ROLIM et al., 2010; RODRIGUES et al., 2011). A inulina é proveniente da frutose, não digerível, sem sabor e com baixo aporte calórico. É empregada na preparação de alimentos auxiliando na textura, na consistência, na viscosidade e na umidade. Tais características proporcionam sensação gustativa similar à da gordura e aumento no aporte de fibras de produtos alimentícios (TEIXEIRA et al., 2009; MORRIS e MORRIS, 2012).

Os FOS e a inulina possuem propriedades importantes para a indústria de alimentos, como ausência de cor e odor, estabilidade em pH neutro e em temperaturas superiores a 140 °C, sendo aplicáveis em vários produtos alimentícios. São utilizados no sentido de conferir consistência a produtos lácteos, maciez a produtos de panificação, diminuir o ponto de congelamento de sobremesas congeladas, conferir crocância a biscoitos com baixo teor de gordura, além de atuar como ligante em barras de cereais (VASCONCELOS et al., 2010; PRATI et al., 2009). De acordo com sua dispersão na água ou no leite, a inulina forma microcristais que interagem para dar origem a uma textura cremosa. Consequentemente, é empregada como substituto de gordura em produtos lácteos, patês, molhos, recheios, coberturas, sobremesas congeladas e produtos de panificação (GONÇALVES e ROHR, 2009; SAAD, 2006).

A correta utilização desta tuberosa, observando-se técnicas adequadas de colheita e armazenamento, é muito importante para a preservação de seus componentes funcionais. O grau de polimerização dos frutanos aumenta linearmente durante o desenvolvimento e maturação das raízes de reserva, diminuindo expressivamente após a colheita, com incremento nos teores de açúcares mais simples como frutose, sacarose e glicose (PRATI et al., 2009).

Diferentes estudos têm demonstrado que logo após a colheita é iniciado, nas raízes, um rápido processo de mudança na composição química de seus açúcares: os açúcares polimerizados tendem a se despolimerizar com o tempo, isto é, os FOS são hidrolisados em açúcares simples pela ação da enzima frutanhidrolase, que os converte em frutose, sacarose e glicose. Conforme observaram



Graefe et al. (2004), após uma semana de armazenamento à temperatura ambiente, cerca de 30 a 40% dos FOS terão sido transformados em açúcares simples. No entanto, a velocidade desta conversão é mais lenta se o yacon é armazenado em temperaturas de refrigeração. As temperaturas de refrigeração são úteis também para reduzir a taxa de putrefação e deterioração das raízes durante o armazenamento (MANRIQUE e PÁRRAGA, 2005).

Vilhena et al. (2003) estudaram o ciclo de cultivo de yacon em função do conteúdo de frutanos nos órgãos subterrâneos e constataram que o maior conteúdo de frutanos totais, tanto em raízes como em rizóforos, foram obtidos entre oito e nove meses de cultivo. Foi também nesta fase que se observou a maior produtividade de raízes tuberosas, mostrando ser essa a melhor época de colheita. Tratando-se da conservação pós-colheita, o armazenamento a  $-18^{\circ}\text{C}$  por quinze dias mostrou maior eficiência na manutenção do conteúdo de frutanos.

Quijano et al. (2002) observaram durante o armazenamento de yacon que a atividade das enzimas POD e PPO foram significativamente menores nas raízes mantidas a  $4^{\circ}\text{C}$ . Em raízes conservadas a  $22^{\circ}\text{C}$ , a atividade de POD aumentou progressivamente durante o armazenamento, e ao final de quinze dias foi três vezes maior do que aquela observada a  $4^{\circ}\text{C}$ . O pico de atividade da PPO ocorreu no sexto dia de armazenamento a  $22^{\circ}\text{C}$  e no nono dia em temperatura de  $4^{\circ}\text{C}$ .

Quando a raiz é recém-colhida, seu gosto é insípido e para desenvolver o sabor adocicado característico necessita ser exposta ao sol por 3 a 5 dias até que a casca se torne enrugada. Tal operação favorece a hidrólise das cadeias de FOS gerando um aumento de frutose e sacarose livres, incrementando o sabor adocicado da polpa.

Frutanos de estruturas mais simples têm sabor doce, podendo ser usados como adoçante natural, representando um novo produto a ser explorado pela indústria farmacêutica e alimentícia. Raízes de yacon, bem como os caules da planta apresentam grande quantidade de inulina, com elevado potencial dietético, podendo ser utilizado como

substituto natural do açúcar na alimentação de diabéticos, indivíduos com restrições alimentares ou em dieta de emagrecimento (GIBERTONI et al., 2006).

Butler e Rivera (2004) apresentaram diferentes metodologias de descascamento da raiz de yacon, desde o uso de vapor, imersão a quente, imersão em solução de hidróxido de sódio e descascamento por abrasão com uso de escovas. Silva et al. (2010) verificaram que soluções hidrossódicas 10%, a  $80^{\circ}\text{C}$ , durante 4 minutos, favorecem bom rendimento e elevado percentual de remoção de casca.

Independente da técnica aplicada, segundo Manrique et al. (2005) deve-se atentar para um descascamento adequado de maneira a evitar maiores perdas durante o processamento, visto que a fina camada de córtex que envolve a polpa é rica em polifenóis. Na maioria dos casos, faz-se necessário o uso de substâncias antioxidantes como prevenção ao escurecimento enzimático.

O sabor adocicado e refrescante torna esta batata um ótimo produto para consumo *in natura* e, assim, apropriado para ser consumido cru, na forma de saladas, além de cozido ou frito. O suco obtido das raízes pode ser fervido e concentrado para produzir blocos sólidos de cor marrom-escura, chamados *chancaca*, semelhante à rapadura de cana-de-açúcar. Xarope é outro derivado, obtido pela concentração deste suco, apresentando teores acima de 50% de FOS, além de características físicas e sensoriais semelhantes ao mel, com a vantagem de possuir menor índice calórico, podendo ser consumido, com moderação, por diabéticos e indivíduos em dietas de emagrecimento (TEIXEIRA et al., 2009; SCHER et al., 2009; OLIVEIRA, 2010). Resultados de pesquisas de mercado e avaliação sensorial têm mostrado que os benefícios à saúde, a versatilidade e aceitação do consumidor indicam mercado potencial para produtos derivados de yacon (MANRIQUE et al., 2005; TEIXEIRA et al., 2009).

Boon (2003) verificou a viabilidade de produção de balas de yacon. Várias formulações contendo xarope desta raiz a  $72^{\circ}\text{Brix}$  e outros ingredientes (amido, leite, nozes) foram avaliados





em escala laboratorial. Os resultados demonstraram-se favoráveis à produção em pequena escala. Testes com consumidores de diferentes faixas etárias revelaram o grande potencial deste derivado. Entretanto, novos estudos ainda são necessários para aperfeiçoamento das formulações, moldagem e embalagem dos produtos.

O processamento da batata na forma de chips desidratado é também uma opção promissora para a comercialização e agregação de valor à matéria prima. A técnica envolve higienização da raiz, descascamento, fatiamento e secagem, o que favorece ao aumento de vida de prateleira, previne crescimento microbiano, além de redução de custos com transporte, embalagem e armazenamento (KOTOVICZ et al., 2011).

No Brasil, vários estudos foram desenvolvidos com yacon, dos quais se destacam: pães, bolos, geleia mista com goiaba e acerola, doce dietético misto com maracujá, bebida funcional à base de yacon (DZAZIO et al., 2007; ROLIM et al., 2010; PRATI et al., 2009; GRANATO et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2009; PADILHA et al., 2010), entre outros.

Rivera e Manrique (2005) apresentaram um fluxograma de produção industrial de suco de yacon, cujas etapas são similares àquelas aplicadas na extração de suco de frutas tropicais (abacaxi, laranja, maçã). Para os autores, o alto conteúdo de FOS no suco satisfaz uma parte importante das necessidades diárias de fibra dietética.

## 7. Aspectos toxicológicos

Várias pesquisas demonstram que a inulina, presente em raízes de yacon, quando administrada em níveis altos na dieta, não resulta em mortalidade, morbidade, toxicidade em órgão alvo, toxicidade reprodutiva, desenvolvimento de carcinogenicidade, potenciais mutagênicos ou genotóxicos. A única base para limitar o uso dessas fibras nas dietas para humanos está relacionada com a tolerância gastrointestinal. Estudos clínicos têm mostrado que a ingestão máxima de 20g dia<sup>-1</sup> de inulina e, ou oligofrutose é bem tolerada em indivíduos saudáveis (GENTA et al., 2005),

quantidades superiores, geralmente desencadeiam o início de um sério desconforto, evidenciado mais frequentemente distensão abdominal e flatulência, sem ser estatisticamente importante os indivíduos que os apresentam (LAVANDA et al., 2011; GHODDUSI et al., 2007; BRUGGENCATE et al., 2006).

Geyer et al. (2008) verificaram redução significativa no tempo de trânsito gastrointestinal em indivíduos saudáveis, com a ingestão de raízes de yacon *in natura*. A toxicidade da raiz foi estudada em ratos (GENTA et al., 2005; PEREIRA, 2009) e em humanos (VALENTOVÁ et al., 2008), não sendo evidenciado qualquer potencial genotóxico, toxicidade subcrônica ou efeito nutricional indesejável.

São, ainda, incipientes as publicações científicas sobre o efeito indesejável da ingestão da raiz de yacon na saúde humana pela presença de componentes antinutricionais, tóxicos, ou da interferência destes na biodisponibilidade de nutrientes na dieta alimentar (RODRIGUES, 2012; BORGES et al., 2010). Yun et al. (2010) registraram o primeiro caso de anafilaxia (reação alérgica sistêmica), resultante do consumo de yacon, em uma mulher de 55 anos de idade, a qual desenvolveu urticária, prurido, tontura, coma, dispnéia e hipotensão após 10 minutos da ingestão da raiz *in natura*. A paciente teve seus sintomas amenizados após ser medicada com epinefrina, dexametasona e ingestão de líquidos. Em ocorrências do tipo, recomenda-se a suspensão da batata yacon da dieta.

Atenção especial deve ser dada ao consumo prolongado de chás da folha desta tuberosa, quando utilizada com finalidade de uso medicinal. Oliveira et al. (2011) estudaram o efeito de extratos de folhas da planta em diferentes dosagens (10, 50, 100 e 1000 mg/kg), administrados por via oral durante 90 dias em ratos. Foram verificadas alterações dos parâmetros bioquímicos específicos no sangue (creatinina, glicose, albumina), indicando lesão renal, sendo esta confirmada por análise histológica. Esta observação sugere que o efeito hipoglicemiante observado após tratamento por 30 dias realizados por Aybar et al. (2001) é reversível, sendo, provavelmente, resultado de



lesão renal causada pela toxicidade do yacon. Para os autores este efeito tóxico deve-se às lactonas sesquiterpênicas, presentes em quantidades expressivas na família das Asteráceas. Com base nestes resultados, os autores não recomendam o uso oral de chá de folhas de yacon no tratamento de diabetes.

Conforme análise criteriosa nas diferentes bases de consulta no período de realização deste estudo, nenhum caso de reação adversa pelo consumo da raiz foi registrado, exceto aquele relatado por Yun et al. (2010). Nenhum caso relacionado a efeito negativo comprovadamente decorrente do consumo da raiz foi registrado no Brasil desde a introdução da cultura em 1991 até a presente data.

## 8. Considerações finais

O yacon é uma planta que tem apresentado boa adaptação ao solo brasileiro, com rendimento semelhante a outros países. Sua composição em FOS vem despertando a atenção do meio científico, sobretudo pelas propriedades funcionais apresentadas. O período de colheita, bem como as condições de processamento, deve ser executado de maneira adequada e com presteza, uma vez que os FOS estão susceptíveis a degradação a unidades mais simples, reduzindo ou perdendo integralmente sua funcionalidade. Inúmeros estudos comprovam a efetiva contribuição desta substância na microflora intestinal, além de fornecer baixo índice calórico por não ser digerido ao longo do trato gastrointestinal, sendo seu consumo indicado para pessoas com distúrbios intestinais, hiperglicêmicas e hipercolesterolêmicas. A maneira mais comum de consumo é ao natural, podendo ainda ser encontrada nas formas de chips desidratados, xaropes concentrados, sucos, dentre outras opções. São ainda incipientes as publicações científicas sobre o efeito indesejável da ingestão da raiz na saúde humana pela presença de componentes antinutricionais, tóxicos, ou da interferência destes na biodisponibilidade de nutrientes.

Atenção especial deve ser dada ao consumo prolongado de chás da folha da planta, com

finalidade de uso medicinal, pela possibilidade de comprometimento renal, conforme estudo em modelos animais. Por questões de hábito alimentar e desconhecimento da maioria da população, o consumo do yacon é bastante reduzido e seu cultivo ainda restrito a pequenos produtores. Mais estudos devem ser realizados de forma a reforçar e comprovar os benefícios funcionais e, ou nutricionais da planta em humanos, estimulando seu cultivo, consumo e uso industrial.

## Divulgação

Este artigo é inédito e, portanto, não está sendo considerado para qualquer outra publicação. Os autores e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

## Referências

- AYBAR; M. J; SÁNCHEZ RIERA, A. N.; GRAU, A.; SÁNCHEZ, S. S. **Hypoglycemic effect of the water extract of *Smallantus sonchifolius* (yacon) leaves in normal and diabetic rats.** Journal of Ethnopharmacology, v. 74, n. 2, p. 125-132, 2001.
- BARONI, S.; SUZUKI-KEMMELMEIER, F.; CAPARROZ-ASSEF, S. M.; CUMAN, R. K. N.; BERSANI-AMADO, C. A. **Effect of crude extracts of leaves of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) on glycemia in diabetic rats.** Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, v. 44, n. 3, p. 521-530, 2008.
- BOON, C. **Making yacon candy.** International Potato Center, Lima, Peru, 2003. 28p.
- BORGES, J. T. S.; OLIVEIRA, L. C.; PAULA, C. D.; FERREIRA, L. F. D.; LEAL, A. Composição química, propriedades funcionais e formas de utilização de yacon. Universidade Federal de Uberlândia. **II Simpósio Brasileiro de Nutrição "Alimentos e Saúde"**, 24, 25 e 26 de novembro de 2010.
- BRUGGENCATE, S. J. M. T.; BOVEE-OUDEHOVEN, I. M. J., LETTINK-WISSINK, M. L. G.; KATAN, M. B.; VAN DER MEER, R. **Dietary fructooligosaccharides affect intestinal barrier**



**function in healthy men.** Journal of Nutrition, v. 126, n. 1, p. 70-74, 2006.

BUTLER, G.; RIVERA, D. Innovations in peeling technology for yacon. **International Potato Center.** 2004. 15 p.

CABELLO, C. **Extração e pré-tratamento químico de frutanos de yacon, *Polymnia sonchifolia*.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 25, n. 2, p. 202-207, 2005.

CORRÊA, C. M.; OLIVEIRA, G. N.; ASTARITA, L. V.; SANTARÉM, E. R. **Plant regeneration through somatic embryogenesis of yacón [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. and Endl.) H. Robinson].** Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 52, n. 3, p. 549-554, 2009.

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. **Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos.** Rio de Janeiro: Rubio, 2010. 536 p.

DA SILVA, A. S. S.; HAAS, P.; BEBER, R. C.; BATISTA, S. M. M.; ANTON, A. A.; FRANCISCO, A. **Avaliação da resposta glicêmica em mulheres saudáveis após a ingestão de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in natura, cultivadas no estado de Santa Catarina, Brasil.** Alimentos e Nutrição, v. 17, n. 2, p. 137-142, 2006.

DONADO-PESTANA, C. M. **Efeitos do processamento sobre a disponibilidade de carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante em quatro cultivares de batata doce (*Ipomoea batatas* L.) biofortificados.** 2011. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2011.

DUARTE, M. R.; WOLF, R.; PAULA, B. G. ***Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob. (yacón): identificação microscópica de folha e caule para o controle de qualidade farmacognóstico.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 44, n. 1, p. 157-164, 2008.

DUPONT, A. W.; DUPONT, H. L. **The intestinal microbiota and chronic disorders of the gut.** Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, v. 8, n.9, p. 523-531, 2011.

DZAZIO, C. H.; MACEDO, D. C.; COSTA, J. A.; ANJOS, M. M.; FRANCISCO, A. C. **Análise de aceitação e elaboração do pão integral com batata yacon (*Polymnia sonchifolia*) in natura.** V **Semana de Tecnologia em Alimentos.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil, v. 2, n. 1, 21 a 25 de maio de 2007.

ESPIRITO SANTO, F. R. C.; FLOSS, P. A., BECKER, J. **Tecnologias para o cultivo de yacon (*Polymnia sonchifolia*) Poepp. e Endl. na região de Chapecó – SC.** In: IV Jornada Catarinense de Plantas Mediciniais, **Anais...**, Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI e Associação Catarinense de Plantas Mediciniais – ACPM. 2003.

FREITAS, A. A.; FRANCELIN, M. F.; HIRATA, G. F., CLEMENTE, E.; SCHMIDT, F. L. **Atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoxidase (PPO) nas uvas das cultivares benitaka e rubi e em seus sucos e geleias.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, n. 1, p. 172-177, 2008.

GENTA, S. B.; CABRERA, W. M.; GRAU, A.; SÁNCHEZ, S. S. **Subchronic 4-month oral toxicity study of dried *Smallanthus sonchifolius* (yacon) root as a diet supplement in rats.** Food and Chemical Toxicology, v. 43, n. 11, p. 1657-1665, 2005.

GENTA, S. B.; CABRERA, W. M.; MERCADO, M. I.; GRAU, A.; CATALÁN, C. A.; SÁNCHEZ, S. S. **Hypoglycemic activity of leaf organic extracts from *Smallanthus sonchifolius*: Constituents of the most active fractions.** Chemico-Biological Interactions, v. 185, n. 2, p. 143-152, 2010.

GENTA, S.; CABRERA, W.; HABIB, N.; PONS, J.; CARILLO, I. M.; GRAU, A.; SÁNCHEZ, S. **Yacon syrup: Beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans.** Clinical Nutrition, v. 28, n. 2, p. 182-187, 2009.

GEYER, M.; MANRIQUE, I.; DEGEN, L.; BEGLINGER, C. **Effect of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) on colonic transit time in healthy volunteers.** Digestion, v. 78, n. 1, p. 30-33, 2008.

GHODDUSI, H. B.; GRANDISON, M. A.; GRANDISON, A. S.; TUOHY, K. M. **In vitro study on gas generation and prebiotic effects of some carbohydrates and their mixtures.** Anaerobe, v.13, n. 5-6, p.193-199, 2007.

GIBERTONI, C. F.; NOGUEIRA, A. M. P.; VENTURINI FILHO, W. G. **Ultra e microfiltração de suco de yacon (*Polymnia sonchifolia*) para obtenção de xarope rico em frutanos.** Revista Raízes e Amidos Tropicais, v. 2, p. 68-81, 2006.

GONÇALVES, A. A.; ROHR, M. **Desenvolvimento de balas mastigáveis adicionadas de inulina.** Alimentos e Nutrição, v. 20, n. 3, p. 471-478, 2009.

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 Research*, v. 86, n. 2-3, p. 157–165, 2004.

GRANATO, D.; PIEKARSKI, F. V. W.; BENINCÁ, C.; MASSON, M. L. **Dietetic Yacon and passion fruit paste: evaluation of acceptability and physicochemical stability under refrigeration.** *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 12, n. 3, p. 200-204, 2009.

HABIB, N. C.; HONORÉ, S. M.; GENTA, S. B.; SÁNCHEZ, S. S. **Hypolipidemic effect of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) roots on diabetic rats: biochemical approach.** *Chemico-Biological Interactions*, v. 194, p. 31-39, 2011.

KANASHIRO, R. S.; FERRARO, R. G.; POLTRONIERI, F. **Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): importância funcional.** *Nutrição em Pauta*, São Paulo: Núcleo Consultoria Com. e Rep, v. 16, n. 92, p. 9-12, 2008.

KEENAN, D. F.; BRUNTON, N.; BUTLER, F.; WOUTERS, R.; GORMLEY, R. **Evaluation of thermal and high hydrostatic pressure processed apple purees enriched with prebiotic inclusions.** *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 12, n. 3, p. 261-268, 2011.

KOTOVICZ, V.; ELLENDERSEN, L. S. N.; MASSON, M. L. **Estudo da secagem convectiva de yacon (*Polymnia sonchifolia*) desidratado osmoticamente.** III EPEA, Guarapuava, PR, 25 a 27 de maio de 2011.

LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Tabela de composição de alimentos**, Universidade de São Paulo. 2008. Disponível em <http://www.fcf.usp.br>. Acesso em 02 de julho de 2012.

LAVANDA, I.; SAAD, S. M. I.; COLLI, C. **Prebióticos y su efecto em la biodisponibilidad del calcio.** *Revista de Nutrição*, v. 24, n. 2, p. 333-344, 2011.

LOBO, A. R.; COCATO, M. L.; BORELLI, P.; GAIEVSKI, E. H. S.; CRISMA, A. R.; NAKAJIMA, K.; NAKANO, E. Y.; COLLI, C. **Iron bioavailability from ferric pyrophosphate in rats fed with fructan-containing yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour.** *Food Chemistry*, v. 126, n. 3, p.885-891, 2011.

LOBO, A. R.; COLLI, C.; ALVARES, E. P.; FILISETTI, T. M. **Effects of fructans-containing yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp and Endl.) flour on caecum mucosal morphometry, calcium and magnesium balance, and bone calcium retention in**

**growing rats.** *British Journal of Nutrition*, v. 97, n. 4, p. 776-85, 2007.

LOBO, A. R.; MANCINI FILHO, J.; ALVARES, E. P.; COCATO, M. L.; COLLI, C. **Effects of dietary lipid composition and inulin-type fructans on mineral bioavailability in growing rats.** *Nutrition*, v. 25, n. 2, p. 216–225, 2009.

LUPETTI, K. O.; CARVALHO, L. C.; MOURA, A. F.; FATIBELLO FILHO, O. **Análise de imagem em química analítica: empregando metodologias simples e didáticas para entender e prevenir o escurecimento de tecidos vegetais.** *Química Nova*, v. 28, n. 3, p. 548-554, 2005.

MADRIGAL, L.; SANGRONIS, E. **La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales.** *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 57, n. 4, p. 387-396, 2007.

MANRIQUE, I.; HERMANN, M.; BERNET, T. **Yacon, fact sheet.** Lima, Peru: International Potato Center (CIP). 2004. 2 p.

MANRIQUE, I.; PÁRRAGA, A. **Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos Andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). Jarabe de yacón: principios y procesamiento.** Lima, Peru: Centro Internacional de La Papa, 2005. 40 p.

MANRIQUE, I.; PARRAGA, A.; HERMANN, M. **Yacon syrup: principles and processing. In: Series: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: una decada de investigación para el desarrollo (1993–2003), N8 8B.** Lima, Peru: International Potato Center, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Erbacher Foundation Swiss Agency for Development and Cooperation, 2005. 31 p.

MARTINS, M. L. R.; DELMASCHIO, K. L.; CORDEIRO, A. A. **Efeitos da utilização de *Smallanthus sonchifolius* (yacon) no tratamento de indivíduos com *Diabetes Mellitus*.** *Ceres*, v. 6, n. 1, p. 35-43, 2011.

MAYTA, P.; PAYANO, J.; PELÁEZ, J.; PÉREZ, M.; PICHARDO, L.; PUYCÁN, L. **Reducción de la respuesta glicémica posprandial post-ingesta de raiz fresca de yacón em sujetos sanos.** *Ciencia e Investigación Médica Estudiantil Latinoamericana*, v. 9, n. 1, p. 7-11, 2004.

MEIER, R.; LOCHS, H. **Pre and probiotics. Therapeut. Umshau).** *Revue Therapeutique*, v. 64, n. 3, p. 161-169, 2007.





MENOLLI, L. N.; FINGER, F. L.; PUIATTI, M.; BARBOSA, J. M.; BARROS, R. S. **Atuação das enzimas oxidativas no escurecimento causado pela injúria por frio em raízes de batata baroa.** Acta Scientiarum Agronomy, v. 30, n. 1, p. 57-63, 2008.

MORRIS, C.; MORRIS, G. A. **The effect of inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management: A review.** Food Chemistry, v. 133, n. 2, p. 237-248, 2012.

MOURA, N. A. **Efeitos da ingestão de yacon (*Polymnia sonchifolia*) sobre o processo de carcinogênese de cólon induzido pela 1, 2-dimetilhidrazina em ratos Wistar.** 2012. 76 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu. 2012.

NEVES, L. C.; ALENCAR, S. M.; CARPES, S. T. **Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*.** Brazilian Journal of Food Technology, VII BMCFB, p. 107-110, 2009.

NEVES, V. A.; SILVA, M. A. **Polyphenol oxidase from yacon roots (*Smallanthus sonchifolius*).** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 55, n. 6, p. 2424-2430, 2007.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO (NEPA). **Tabela brasileira de composição de alimentos.** 4. Ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2011. 161 p.

OJANSIVU, I.; FERREIRA, C. L.; SALMINEN, S. **Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use.** Trends in Food Science & Technology, v. 22, n. 1, p. 40-46, 2011.

OLIVEIRA, L. A. **Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): compostos fenólicos totais e efeitos sobre a glicemia e estresse oxidativo em ratos diabéticos.** 2010. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Nutricionais) – Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Araraquara, 2010.

OLIVEIRA, L. A.; BRAGA COSTA, T. M.; OLIVEIRA, L. R. A.; FERREIRA, J. F.; NAVARRO, A. M. **Respostas glicêmicas de ratos diabéticos recebendo solução aquosa de yacon.** Alimentos e Nutrição, v. 20, n.1, p. 61-67, 2009.

OLIVEIRA, M. A.; NISHIMOTO, E. K. **Avaliação do Desenvolvimento de plantas de yacon (*Polymnia***

***sonchifolia*) e caracterização dos carboidratos de reservas em HPLC.** Brazilian Journal of Food Technology, v. 7, n. 2, p. 215-220, 2004.

OLIVEIRA, R. B.; PAULA, D. A. C.; ROCHA, B. A.; FRANCO, J. J.; GOBBO-NETO, L.; UYEMURA, S. A.; SANTOS, W. F.; COSTA, F. B. **Renal toxicity caused by oral use of medicinal plants: The yacon example.** Journal of Ethnopharmacology, v. 133, n. 2, p. 434-441, 2011.

PADILHA, V. M.; ROLIM, P. M.; SALGADO, S. M.; LIVERA, A. S.; ANDRADE, S. A. C.; GUERRA, N. B. **Perfil sensorial de bolos de chocolate formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*).** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 3; p. 735-740, 2010.

PADILHA, V. M.; ROLIM, P. M.; SALGADO, S. M.; LIVERA, A. V. S.; OLIVEIRA, M. G. **Tempo de secagem e da atividade de óxido-redutases de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) sob tratamento químico.** Ciência Rural, v. 39, n. 7, p. 2178-2184, 2009.

PEREIRA, R. A. C. B. **Extração e utilização de frutanos de yacon (*Polymnia sonchifolia*) na funcionalização de alimentos.** Botucatu. Tese (Doutorado em Agronomia). 2009. 138 p. Universidade Estadual Paulista. Júlio de Mesquita Filho, Botucatu. 2009.

PRATI, P.; BERBARI, S. A. G.; PACHECO, M. T. B. SILVA, M. G.; NACAZUME, N. **Estabilidade dos componentes funcionais de geleia de yacon, goiaba e acerola, sem adição de açúcares.** Brazilian Journal Food Technology, v. 12, n. 4, p. 285-294, 2009.

QUIJANO, F. G.; VILHENA, S. M. C.; LIMA, G. P. P.; CÂMARA, F. L. A. **Atividades de peroxidase e polifenoloxidase durante o armazenamento pós-colheita de yacon (*Polymnia sonchifolia* Poep. e Endl).** Acta Horticulturae, n. 569, p. 213-7, 2002.

RIVERA, D.; MANRIQUE, I. **Zumo de Yacón - Ficha Técnica.** Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Peru, 2005.

RODRIGUES, F. C.; BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R. P.; FERREIRA, C. L. L. F. **Yacon como alimento funcional e fonte de prebiótico.** In.: FERREIRA, C. L. L. **Prebióticos e Probióticos: atualização e prospecção.** Rio de Janeiro: Editora: Rubio, 2012. 226 p.

RODRIGUES, F. C.; CASTRO, A. S. B.; MARTINO, H. S. D.; FERREIRA, C. L. L. F. **Farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): produção e**



**caracterização química.** Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 70, n. 3, p. 290-295, 2011.

ROLIM, P. M.; SALGADO, S. M.; PADILHA, V. M.; LIVERA, A. V. S.; GUERRA, N. B.; ANDRADE, S. A. C. **Análise de componentes principais de pães de forma formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.).** Revista Ceres, v. 57, n. 1, p. 012-017, 2010.

SAAD, S. M. I. **Probióticos e prebióticos: o estado da arte.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.

SANTANA, I.; CARDOSO, M. L. **Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais.** Ciência Rural, v. 38, n. 3, p. 898-905, 2008.

SCHER, C. F.; RIOS, A. O.; NOREÑA, C. P. Z. **Hot air drying of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and its effect on sugar concentrations.** International Journal of Food Science and Technology, v. 44, p. 2169-2175, 2009.

SILVA, E. B.; SILVA, R. S. S. F.; KARAM, L. B.; CÂNDIDO, L. M. B. **Otimização do descascamento químico de raízes do yacon (*Polymnia sonchifolia* Poepp.).** Ciência e Agrotecnologia, v. 34, n. 5, p. 1301-1305, 2010.

SIMONOVSKA, B.; VOVK, I.; ANDRENESEK, S.; VALENTOVA, K.; ULRICHOVA, J. **Investigation of phenolic acids in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves and tubers.** Journal of Chromatography A, v. 1016, n. 1, p. 89-98, 2003.

SOLEIMANI, N.; HOSEINIFAR, S. H.; MERRIFIELD, D. L.; BARATI, M.; ABADI, Z. H. **Dietary supplementation of fructooligosaccharide (FOS) improves the innate immune response, stress resistance, digestive enzyme activities and growth performance of Caspian roach (*Rutilus rutilus*) fry.** Fish & Shellfish Immunology, v. 32, n. 2, p. 316-321, 2012.

TAKENAKA, M.; YAN, X.; ONO, H.; YOSHIDA, M.; NAGATA, T.; NAKANISHI, T. **Caffeic acid derivatives in roots of yacon (*Smallanthus sonchifolius*).** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 51, n. 3, p. 793-796, 2003.

TEIXEIRA, A. P.; PAIVA, C. F.; RESENDE, A. J.; ZANDONADI, R. P. **O efeito da adição de yacon no suco de laranja industrializado sobre a curva glicêmica de estudantes universitários.** Alimentos e Nutrição, v. 20, n. 2, p. 313-319, 2009.

TERADA, S.; YOSHIMURA, A.; NOGUCHI, N.; ISHIDA, T. **Constituents relating to anti-oxidative and alpha-glucosidase inhibitory activities in yacon aerial part extract.** Yakugaku Zasshi, v. 126, p. 665-669, 2006

VALENTOVÁ, K.; CVAK, L.; MUCK, A.; ULRICHOVA, J.; SIMANCIJ, V. **Antioxidant effect of extracts from de leaves of *Smallanthus sonchifolius*.** European Nutrition of Journal, v. 47, p. 61-65, 2003.

VALENTOVÁ, K.; MONCION, A.; WAZIER, I.; ULRICHOVA, J. **The effect of *Smallanthus sonchifolius* leaf extract on rat hepatic metabolism.** Cell Biology and Toxicology, v. 20, p. 109-120, 2004.

VALENTOVÁ, K.; SERSEN, I.; ULRICHOVÁ, J. **Radical scavenging and anti lipoperoxidative activities of *Smallanthus sonchifolius* leaf extracts.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, S3, p. 5571-5582, 2005.

VALENTOVÁ, K.; STEJSKAL, D.; BARTEK, J.; DVORACKOVA, S.; KREN, V.; ULRICHOVA, J.; SIMÁNEK, V. **Maca (*Lepidium meyenii*) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in combination with silymarin as food supplements: In vivo safety assessment.** Food and Chemical Toxicology, v. 46, n. 3, p. 1006-1013, 2008.

VALENTOVÁ, K.; ULRICHOVÁ, J. ***Smallanthus sonchifolius* and *Lepidium meyenii* - prospective Andean crops for the prevention of chronic diseases.** Biomedical Papers, v. 147, n. 2, p. 119-130, 2003.

VANINI, M.; BARBIERI, R. L.; CEOLIN, T.; HECK, R. M.; MESQUITA, M. K. **A relação do tubérculo andino yacon com a saúde humana.** Ciência, Cuidado e Saúde, n. 8 (suplem.), p. 92-96, 2009.

VASCONCELOS, C. M.; SILVA, C. O.; TEIXEIRA, L. J. Q.; CHAVES, J. B. P.; MARTINO, H. S. D. **Determination of the soluble dietary fiber fraction in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) root and flour by enzymatic-gravimetric method and high pressure liquid chromatography.** Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 69, n. 2, p. 188-193, 2010.

VIGNALE, N. D.; GURNI, A. A. **Identificación micrográfica de las hojas de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson (Asteraceae).** Acta Farmaceutica Bonaerense, v. 24, p. 96-98, 2005.

VILHENA, S. M. C.; CÂMARA, F. L. A.; PIZA, I. M. T.; LIMA, G. P. P. **Contenido de fructanos em raízes tuberosas de yacón (*Polymnia sonchifolia*).** CyTA - Journal of Food, v. 4, n. 1, p. 35-40, 2003.



***Scientia Amazonia*, v. 1, n.3, 3-16, 2012**

Revista on-line <http://www.scientia.ufam.edu.br>

ISSN:2238.1910

YUN, E. Y.; KIM, H. S.; KIM, Y. E.; KANG, M. K.;  
MA, J. E.; LEE, G. D.; CHO, Y. J.; KIM, H. C.; LEE, J.  
D.; HWANG, Y. S.; JEONG, Y. Y. **A case of  
anaphylaxis after the ingestion of yacon.** Allergy  
Asthma Immunology Research, v. 2, n. 2, p. 149-152,  
2010.