

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E ACEITABILIDADE DE
UM PRODUTO A BASE DE RAIZ DE YACON (*Smallanthus sonchifolius*), FONTE DE
FRUTOLIGOSSACARÍDEOS, EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE
ARMAZENAMENTO**

VIÇOSA, MINAS GERAIS, BRASIL

2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

T882a
2015
Tsutsumi, Naomi Pires, 1988-
Avaliação físico-química, microbiológica e
aceitabilidade de um produto a base de raiz Yacon
(*Smallanthus sonchifolius*), fonte de frutoligossacrídeos, em
diferentes condições de armazenamento / Naomi Pires
Tsutsumi. - Viçosa, MG, 2015.
viii, 90f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador : Célia Lúcia de Luces Fortes Ferreira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Yacon - Processamento. 2. Yacon - Avaliação físico-
química. 3. Alimentos funcionais - Avaliação sensorial.
4. Alimentos funcionais - Armazenamento. 5. Prebióticos.
6. Probióticos. 7. Polissacarídeos. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Tecnologia de Alimentos.
Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos. II. Título.

CDD 22. ed. 664.805

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E ACEITABILIDADE DE
UM PRODUTO A BASE DE RAIZ DE YACON (*Smallanthus sonchifolius*), FONTE DE
FRUTOLIGOSSACARÍDEOS, EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE
ARMAZENAMENTO**

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA, MINAS GERAIS, BRASIL

2015

NAOMI PIRES TSUTSUMI

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E ACEITABILIDADE DE
UM PRODUTO A BASE DE RAIZ DE YACON (*Smallanthus sonchifolius*), FONTE DE
FRUTOLIGOSSACARÍDEOS, EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE
ARMAZENAMENTO**

Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de Magister Scientiae.

APROVADA: 22 de dezembro de 2015

Natan de Jesus Pimentel Filho

José Benício Paes Chaves

(Coorientador)

Célia Lucia de Luces Fortes Ferreira

(Orientadora)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tornar meus sonhos tão reais.

Aos meus pais Mitsuo e Helena, pelo apoio incondicional. Nem sempre é fácil encontrar pessoas que se mantêm firme ao nosso lado ainda que tudo pareça desabar. Deus me deu essas pessoas antes mesmo de eu nascer. Agradeço também a minha irmã, Karina, que encontrou formas de me apoiar, mesmo que indiretamente, em todas as etapas.

Ao meu namorado Victor, cuja sensatez que em mim falta me deu equilíbrio para continuar tentando quando as coisas se tornavam difíceis. E foram tantas as vezes que se tornaram difíceis.

Aos meus amigos Cleiton, Helder, Michele, Taline, Lorraine e Amanda. Muitas vezes coisas me aconteceram e, como todo mundo, tive vontade de desistir. Em todos esses momentos, seguraram a minha mão e me fizeram ver que não estava sozinha, que valia a pena, que eu poderia conseguir. Agradeço imensamente pela paciência, carinho, preocupação e cuidado.

Ao Danilo Jorge, que virou madrugadas comigo me auxiliando e me acalmando. Parte desse trabalho é dele. Parte dos meus sonhos também, já que não é fácil sonhar sozinha e tantas vezes busquei nas palavras dele a força que tanto me falta.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de concluir o curso de mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

À Professora Célia Lúcia de Lucas Fortes Ferreira. Pois “um grande general nunca tem soldados fracos”. Sou muito grata a pessoa que me acompanhou até aqui com pulso firme para permitir aflorar o melhor em mim.

À Professora Hércia e Professor José Benício, que se tornaram essenciais desde a receptividade e vontade em participar na coorientação do trabalho até as valiosas contribuições ao longo desta jornada. Agradeço em especial pela paciência no final da trajetória.

Ao Natan, que diversas vezes me auxiliou não apenas na construção desse trabalho mas com palavras de incentivo que me estimularam a querer melhorar. Sou grata pela disposição e horas concedidas.

A professora Monique, pela ajuda e amizade.

Aos amigos do Laboratório de Culturas Láticas, Michele, Érika, Joice, Viviane e Driene.

Aos técnicos Célio de Souza, Elvécio e “Pio”, por estarem sempre à disposição quando precisei.

Aos funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos, que sempre estão dispostos a ajudar quando necessário. Obrigada pelo carinho e torcida.

Aos funcionários do BIOAGRO, pelo carinho e atenção.

Aos meus amigos da pós-graduação pela amizade.

E finalmente, a todos aqueles que de algum modo, contribuíram para a realização desse trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

NAOMI PIRES TSUTSUMI, filha de Mitsuo Tsutsumi e Helena Maria Geoffroy Pires Tsutsumi, nasceu no Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, em 5 de julho de 1988.

Em janeiro de 2010, graduou-se em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho (UNESP), Assis, São Paulo.

Em março de 2013 ingressou no Programa de Pós Graduação, nível de Mestrado, em Ciências e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, na área de prebióticos, submetendo à defesa da dissertação em 22 de dezembro de 2015.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Transição Nutricional	3
2.2 Prebióticos e probióticos como alimentos funcionais	4
2.3 Frutanos: frutoligossacarídeos (FOS) e inulina	5
2.4 Yacon	6
2.4.1 Aspectos botânicos e de cultivo do yacon	6
2.4.2 Composição química da raiz de yacon	7
2.4.3 – Caracterização física e microbiológicas da raiz de yacon	8
2.4.4 Alterações pós colheita da raiz de yacon	8
2.4.5. Yacon como alimento funcional prebiótico	9
2.4.6 Aspectos tecnológicos do yacon	13
2.4.6 O PBY como um novo alimento funcional	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
3 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DA RAIZ DE YACON.....	27
3.1 - INTRODUÇÃO	27
3.2 - METODOLOGIA	28
3.2.1.Análises físico-químicas	28
3.2.2.Análise da composição centesimal	28
3.2.3. Análise do perfil de carboidratos	28
3.3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3.3.2.Caracterização físico-química da raiz de yacon	29
3.4.CONCLUSÃO	30
3.5.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
4 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO PRODUTO A BASE DA RAIZ DE YACON E ESTUDO DE ESTABILIDADE DURANTE O ARMAZENAMENTO	36
4.1.INTRODUÇÃO	36
4.2.METODOLOGIA	37
4.2.1. Rendimento do PBY	38
4.2.2.Análises físico-químicas	38
4.2.3.Análise da composição química e centesimal	38
4.2.4.Análises microbiológicas	39
4.3.RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.3.1.Rendimento do produto a base de yacon.....	41

4.3.2. Caracterização físico-química do produto a base de yacon recém processado e ao longo do período de estocagem.....	42
4.3.3. Variação da composição de carboidratos durante a estocagem.....	48
4.3.4. Caracterização microbiológica do PBY recém processado e ao longo da vida útil.....	52
4.4. CONCLUSÃO	55
4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
5 – ACEITABILIDADE SENSORIAL DE SUCO DE LARANJA ACRESCIDO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PBY	60
5.1. INTRODUÇÃO	60
5.2. METODOLOGIA	61
5.2.1. Preparo das amostras.....	62
5.2.2. Teste de aceitabilidade sensorial do suco de laranja adicionado de PBY	62
5.2.3 – Análise estatística	63
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
5.3.1. Avaliação sensorial de suco de laranja puro e acrescido de PBY recém processado e após armazenamento por 180 dias.....	63
5.5. CONCLUSÃO	65
5.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
6. PROPOSTA DE PROCESSO PARA REGISTRO DO PRODUTO À BASE DE YACON (PBY) JUNTO A AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA)...	67
6.1. INTRODUÇÃO	67
6.2. METODOLOGIA	68
6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
6.3.1. Pesquisa qualitativa relacionada a legislação de alimentos.....	68
6.3.2. Registro de um produto prebiótico, fonte de FOS e inulina, com alegação de propriedade funcional.....	72
6.3.2.2. Elaboração do relatório técnico científico (RTC).....	77
6.4. CONCLUSÃO	84
5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

RESUMO

TSUTSUMI, Naomi Pires, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2015, **Avaliação físico-química, microbiológica e de aceitabilidade de um novo produto a base da raiz de yacon (*Smallanthus sonchifolia*), fonte de frutoligossacarídeos e inulina, em diferentes condições de armazenamento.** Orientador: Célia Lucia de Luces Fortes Ferreira. Corrientadores: Hércia Stampini Duarte Martino e José Benício Paes Chaves.

Este trabalho teve por objetivo caracterizar um produto a base de yacon (PBY) e avaliar seus aspectos físico-químicos e microbiológicos imediatamente após o processamento e ao longo de 30, 60, 120 e 180 dias de estocagem às temperaturas de 25 °C (ambiente), 10 °C (refrigeração) e - 18 °C (congelamento). Além disso, foi realizada análise de aceitabilidade do suco de laranja puro e acrescido de PBY em diferentes concentrações. O PBY recém processado consiste em um alimento com teor de sólidos solúveis concentrado (47 – 67,5 °Brix); de pH entre 3,34 e 3,69; e com atividade de água entre 0,9150 a 0,9521. A composição centesimal indicou a presença de carboidratos (29,67 % - 51,13 %), umidade (47,03 – 66,38 %), proteínas (2,175 – 2,81 %), cinzas (1,20 – 1,91 %) e lipídeos (0 – 0,7 %). Não foi constatado crescimento microbiano no PBY (tempo 0). Ao longo dos 180 dias, não houve alterações nas características de composição centesimal do produto. Para os aspectos físico químicos, constatou-se uma tendência ao aumento do pH e do teor de sólidos solúveis totais sobretudo nas amostras estocadas sob temperatura ambiente, que apresentaram valores entre 55 °Brix (30 dias de armazenamento) e 62 °Brix (180 dias de armazenamento) para sólidos solúveis totais e entre 3,67 (30 dias de estocagem) e 4,16 (180 dias de estocagem) para o pH. O estudo do perfil de carboidratos indicou uma tendência de degradação dos oligofrutanos prebióticos com consequente aumento dos carboidratos de menor polimerização, sendo este fenômeno observado de forma mais evidente nas amostras estocadas a 25 °C, cujos níveis de FOS e inulina decaíram de 16,39 % (30 dias) para 9,38 % (180 dias). Observou-se influência da temperatura nos padrões microbiológicos, onde se constatou crescimento microbiano mais evidente com deterioração visível a partir de 60 dias de armazenamento para o PBY estocado a temperatura ambiente e 120 dias para temperatura de refrigeração. No teste de aceitação, não foram verificadas diferenças entre o suco de laranja puro e acrescido de PBY nas concentrações testadas. Com base nos resultados obtidos no presente estudo, verificou-se que o armazenamento do PBY sob temperatura de congelamento (- 18 °C) se mostrou mais eficiente na manutenção das suas características físico-químicas e microbiológicas. Também se constatou que o PBY pode ser acrescido ao suco de laranja a fim de conferir funcionalidade sem, contudo, prejudicar a aceitação.

ABSTRACT

TSUTSUMI, Naomi Pires, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, December, 2015, **Physical chemistry assessment, microbiological and acceptability of a yacon root base (*Smallanthus sonchifolia*) product, source of fructooligosaccharides and inulin, in different storage conditions**. Advisor: Celia Lucia Luces Fortes Ferreira. Co-advisors: Hércia Stampini Duarte Martino and José Benício Paes Chaves.

The main purpose of this work is the physicochemical and microbiological characterization of a yacon-based product (PBY). Analyses were carried out over results of laboratory tests obtained over material immediately after processing and stored during 30, 60, 120 and 180 days at temperatures of 25 °C (room temperature), 10 °C (refrigeration temperature) and - 18 °C (freezing temperature). In addition, were performed acceptability analysis of pure orange juice and PBY added in different concentrations. It was noticed that the recently processed PBY is a food with its content ranging of soluble solids between 47 – 67 °Brix, pH between 3,34 and 3,69, water activity between 0,9150 and 0,9521. The chemical composition indicated great variations of following contents, carbohydrates 29,67 to 51,13 %; moisture from 47,03 to 66,38 %; protein from 2,175 to 2,810 %, ash from 1,20 % to 1,91 % and lipids from 0 to 0,7 %. No microbial growth was observed on PBY for newly processed. There were no changes in the chemical composition characteristics along 180 days. It was noticed a tendency of pH increase and the total solid soluble content mainly on samples stored at room temperature. The variation obtained for the pH were 3,67 and 4,16 for 30 and 180 of storage days, respectively. For the soluble solid content it was than 55 °Brix to 62 °Brix for 30 and 180 of storage days, respectively. The outline analysis of carbohydrate showed a tendency of prebiotic degradation with increasing level of fructose. This condition was show clearly in samples stored as room temperature, with level of FOS and inulin decrease from 16,39 % to 8,38 % when stored during 30 and 180 days. Effect of temperature was also observed in the microbiological standards. This case was clearly show increasing spoilage caused by microbial growth in the PBY starting from 60 days stored at room temperature and 120 days to refrigeration temperature. In the acceptance test, no differences were observed between the pure orange juice and PBY addition at the concentrations tested. Based on the results obtained in this study, it was found that the PBY storage under freezing temperature (- 18 °C) was more efficient in maintaining their physicochemical and microbiological characteristics. It was also found that the PBY can be added to orange juice in order to impart functionality without spoiling the acceptance.

1. INTRODUÇÃO

A procura por alimentos promotores da saúde, conhecidos como funcionais, tem se tornado cada vez maior principalmente devido à população mais consciente da relação entre alimentação e qualidade de vida (RAUD, 2008). Essa busca está relacionada à capacidade desses alimentos em proporcionar benefícios por meio da redução do risco de algumas doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), dentre elas a hipertensão arterial, diabetes melittus, osteoporose e alguns tipos de câncer (MORAES; COLLA, 2006; STELLA, 2012). Dos ingredientes aprovados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária com indicação de funcionalidade destacam-se os ácidos graxos ômega 3, carotenóides, polióis, fitoesteróis, além de probióticos e prebióticos (ANVISA, 1999).

Os probióticos são micro-organismos vivos que, quando consumidos em quantidades adequadas, trazem benefícios para a saúde do hospedeiro (FAO, 2001). Dentre os micro-organismos probióticos, destacam-se espécies dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, capazes de propiciar melhorias para o sistema imune (KNOW et al, 2010), manter a integridade do cólon (TOLGA MUFTUOGLU et al, 2011), restabelecer o equilíbrio da microbiota intestinal (GOTTELAND et al, 2006) e reduzir a incidência de infecções intestinais e alérgicas (BARRAUD, 2010).

Os prebióticos consistem em carboidratos não digeríveis por enzimas do trato gastrointestinal humano, fermentáveis pela microbiota do cólon e passíveis de promover o crescimento de bactérias benéficas no intestino, destacando-se as dos gêneros *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*. Podem ser utilizados associados ou não aos probióticos quando recebem o nome de simbióticos (ARAUJO et al, 2009). O efeito prebiótico acarreta, dentre outras, a redução da prevalência de micro-organismos patogênicos (GUARNER, 2007), promoção da saciedade (DELZENNE; CANI, 2011), aumento da biodisponibilidade de minerais (SANT'ANNA et al, 2012), diminui risco de doenças cardiovasculares (SALAS-SALVADÓ et al, 2006), de distúrbios gastrintestinais (KANAUCHI, 2013), e de alguns tipos de câncer (TAPER; ROBERFROID, 2005; LIONG, 2009).

Dentre as substâncias prebióticas descritas na literatura encontram-se os frutoligossacarídeos (FOS) e inulina presentes em diversos alimentos, como na banana, trigo, cebola, alho, almeirão, beterraba e, entre outros, na chicória e na alcachofra, cuja importância está relacionada a exploração comercial clássica de frutanos (OLIVEIRA et al, 2004).

A raiz tuberosa do yacon (*Smallanthus sonchifolia*) apresenta-se como uma alternativa rica em FOS (GOTO et al, 1995) e consiste em um tubérculo sazonal, pertencente à família Asteraceae, cujas propriedades benéficas estão associadas ao baixo teor de gordura, reduzido teor calórico e elevada quantidade de FOS e inulina, que atingem proporções de 40,97 % e 20,75 % do conteúdo de matéria seca, respectivamente (VASCONCELOS et al., 2010). Contudo, sua elevada proporção de água atrelada à presença de enzimas oxidativas, como a polifenoloxidase, conferem ao yacon uma vida útil reduzida, em torno de sete dias (MANRIQUE; PARRAGA, 2005).

Com intuito de contornar as perdas associadas à rápida deterioração, o tubérculo pode ser submetido a vários tipos de processamento disponibilizando o yacon em outras formas como farinhas (VASCONCELOS, 2012), xaropes (MANRIQUE, HERMANN e PARRAGA, 2005), geléias (PRATI, 2009), chips (CASTRO, 2012) e, mais recentemente, na forma concentrada (PBY) (INPI, 2011).

O PBY é um alimento processado, com elevada concentração de FOS (média de até 39 %), o que significa que o consumo de pequenas porções é suficiente para proporcionar o efeito prebiótico. Devido a essa característica, o PBY representa uma alternativa prática para ser acrescido à dieta normal. Todavia, por se tratar de um novo produto, para que seja disponibilizado para o consumidor, são necessários estudos referentes à sua estabilidade de forma que possa ser determinada sua vida útil.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo a caracterização e estudo da estabilidade de um produto a base de yacon (PBY). Especificamente, objetivou-se : 1) determinar FOS e inulina no PBY imediatamente após o processamento e armazenado por 30, 60, 120 e 180 dias à temperatura ambiente (25 °C), de refrigeração (10 °C) e congelamento (-18 °C); avaliar micro-organismos anaeróbios, mesófilos aeróbios, coliformes e *Escherichia coli*, fungos e leveduras no PBY recém processado e estocado nas diferentes temperaturas ao longo do período estudado; e avaliar as características físico-químicas (pH, atividade de água e sólidos solúveis) e centesimais do produto (tempo zero) e ao longo da estocagem.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O aumento da incidência de doenças crônicas degenerativas tem tornado a população mais consciente da relação entre alimentação e saúde. Em decorrência disso, cresce a demanda por produtos funcionais, capazes de promover melhoria na qualidade de vida pela diminuição da incidência de alguns quadros clínicos (ZAKIR; FREITAS, 2015). O yacon consiste num vegetal cuja raiz tuberosa carrega compostos bioativos com propriedades prebióticas (CAMPOS et al, 2012), antioxidantes (SOUSA et al, 2015) e antidiabéticas (HABIB et al, 2011), sendo seu consumo regular associado ao aumento da biodisponibilidade de minerais (LOBO et al, 2011), melhoria da eubiose (RAFAEL, 2013), redução dos níveis de glicose sanguínea, aumento da produção de insulina (SCHEID et al, 2015) e, entre outros, o alívio da constipação intestinal (SANT'ANNA et al, 2013). A presente revisão aborda o conhecimento atual sobre as raízes de yacon, as alterações que ocorrem no período pós colheita e destaca suas propriedades funcionais e tecnológicas. A pesquisa foi realizada por meio da utilização das bases de dados SCOPUS, MEDLINE e Science Direct, considerando as publicações dos últimos vinte anos.

2.1 Transição Nutricional

Alterações socioeconômicas e demográficas que afetam a estrutura da dieta caracterizam o conceito de transição nutricional (POPKIN, 1999). Dois processos interligados resultaram neste fenômeno, sendo eles: a transição demográfica, que culminou no aumento da expectativa de vida e redução dos índices de fertilidade; e a transição epidemiológica, caracterizada pela alteração do padrão das doenças, antes associada à desnutrição, fome e falta de saneamento básico e que posteriormente foram substituídas por quadros clínicos afetados principalmente por mudanças no estilo de vida e na dieta (POPKIN, 1993)

As alterações que modificaram o padrão de doenças estão associadas ao hábito de vida sedentário, uso excessivo de álcool e tabaco e a redução no consumo de cereais com o aumento do consumo de alimentos gordurosos, o que acarretou em maiores índices de massa corporal (IMC), aumento da obesidade e no aparecimento das chamadas doenças crônicas não transmissíveis, dentre elas diabetes mellitus, doenças cardiovasculares e diferentes tipos de câncer (POPKIN, 2001; MONDINI; MONTEIRO, 1994; FERRUZZI, 2012).

As doenças crônicas não transmissíveis constituem um problema de elevada incidência mundial e tomam importância particular quando relacionadas à população idosa, uma vez que sua incidência cresce com o avançar da idade e se torna um desafio à saúde pública (MAGEE, 2013). O consumo de alimentos funcionais auxilia na manutenção da saúde e prevenção dessas patologias, levando a melhoria na qualidade de vida (RODRIGUES et al, 2012).

2.2 Prebióticos e probióticos como alimentos funcionais

Os alimentos funcionais são definidos como aqueles que fornecem benefícios a saúde pela redução do risco de algumas doenças (HASLER; BROWN, 2009). São vários os ingredientes com alegação funcional e pode-se citar os ácidos graxos, carotenóides, fitoesteróis e, dentre outros, os prebióticos e probióticos (ANVISA, 1999).

Os probióticos são micro-organismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, são vantajosos à saúde do hospedeiro (FAO, 2001). O aumento desses micro-organismos promotores de saúde pode ser obtido por meio da introdução de prebióticos, definidos segundo a FAO (2007) como “componente alimentar não digerível que confere benefício à saúde do hospedeiro associado à modulação da microbiota”.

Em um intestino adulto saudável, estão presentes em números apreciáveis espécies dos gêneros *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* que podem ser consumidas como alimentos e adjuntos dietéticos beneficiando o organismo pelo estabelecimento da eubiose (CORTHER; DORÉ, 2010), promoção da inibição de espécies patogênicas (CHAPMAN et al, 2012) pela síntese de energia por meio da fermentação de carboidratos com a formação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (BROWNAWELL et al, 2012) e pela modulação da resposta imune (WEN et al, 2012).

A modulação da microbiota intestinal pelos prebióticos ocorre em função da presença de ligações do tipo β (2-1), incapazes de serem quebradas por enzimas digestivas humanas. Desta forma, os prebióticos chegam intactos ao cólon e são fermentados por micro-organismos intestinais, produzindo dentre outros metabólitos, lactato, piruvato, e os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), especialmente o acético, propiônico e o butírico. O decréscimo do pH ocasionado pela produção desses metabólitos leva a inibição de bactérias patogênicas e ao estímulo do crescimento de espécies de gêneros benéficos como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (SCHEID, 2013). Além disso, a produção de AGCC pela fermentação desses

ingredientes prebióticos acarreta a redução da prevalência de agentes infecciosos associados a inflamações e síndrome do intestino irritado (GUARNER et al, 2007); proteção contra o câncer de cólon (WOLLOWSKI; RECHKEMMER; ZOBEL, 2001; LIONG, 2008); aumento da biodisponibilidade de minerais, principalmente cálcio, magnésio e o ferro (SANT´ANNA et al, 2012); redução do risco de doenças cardiovasculares (SALAS-SALVADÓ et al, 2006) e promoção da saciedade, contribuindo assim para dietas de redução de peso e combate à obesidade (PARNELL, 2012; DELZENNE, 2011).

São exemplos de ingredientes prebióticos o lactitol, lactulose, polissacarídeos amido resistentes e os oligossacarídeos, dentre os quais se destacam os frutanos do tipo FOS e inulina (MAGALHÃES et al, 2011).

2.3 Frutanos: frutoligossacarídeos (FOS) e inulina

Os frutanos correspondem a oligo ou polissacarídeos vegetais de ocorrência natural que contém uma ou mais ligações frutossil-frutose entre as ligações glicosídicas. Suas cadeias são lineares ou ramificadas e as unidades glicosídicas unidas por ligações β (2 – 1) ou β (2 – 6) (CARABIN; FLAMM, 1999). Os frutanos do tipo inulina são constituídos por uma mistura de oligômeros e polímeros conectados entre si por ligações β (2 – 1), sendo classificados pelo grau de polimerização (GP). Compreendem a inulina (GP 2 – 60); a oligofrutose (GP 2 – 8); os frutoligossacarídeos (GP 3 – 10); dentre outros (ROBERFROID, 2007).

O tamanho da cadeia dos frutanos é de elevada importância por influenciar na doçura e na velocidade de fermentação no trato gastrointestinal. Cadeias mais curtas resultam em maior doçura e numa fermentação rápida com maior produção de gases e metabólitos, enquanto aquelas mais longas, como é o caso da inulina, levam mais tempo para serem fermentadas (BONNEMA et al, 2010; HESS et al, 2011).

A inulina compreende um carboidrato composto por uma cadeia principal de unidades de frutose associada a uma glicose terminal. Embora esteja presente em um grande número de alimentos em pequenas quantidades, a concentração na raiz do yacon é elevada e suficiente para inferir funcionalidade (OJANSIVU et al, 2010). Já os frutoligossacarídeos (FOS) são fibras viscosas formadas pela hidrólise da inulina pela enzima inulase num processo que leva a produção de inulo-oligossacarídeos, frutoligossacarídeos, oligofrutoses e oligofrutanas (VASCONCELOS et al., 2010).

Tanto os frutoligossacarídeos quanto inulina, ao serem metabolizados no cólon, conferem valor calórico reduzido de (1,5 Kcal/g) e formam subprodutos de importância, principalmente os AGCC, responsáveis pelos diversos efeitos sistêmicos associados à melhoria da saúde (ROBERFROID, 1999; ROBERFROID, 2005). Estima-se que a dose diária recomendada para inferir funcionalidade esteja entre 6 (PAULA, 2013) e 15 g por dia para propiciar o efeito prebiótico (GIBSON, 1995; DAHL, 2005).

2.4 Yacon

2.4.1 Aspectos botânicos e de cultivo do yacon

O yacon recebe diversas denominações dependendo da região encontrada, dentre as quais arboloco, aricama, jiquinilla, yacumpi, llacon, poire de terre, yacon strawberry e yacón. De modo geral, o termo yacon é o mais utilizado para designar a planta e sua raiz de reserva pertencente à família Asteraceae. Foi inicialmente classificado cientificamente como *Polymnia sonchifolia* e posteriormente renomeado para *Smallanthus sonchifolius* (ZARDINI, 1991).

A taxonomia do yacon corresponde ao domínio Eucarya; Reino **Plantae**; sub-reino Embriófita; filo Tracófito; super-classe Angiosperma; classe Dicotiledônea; ordem Asterales; família **Asteraceae (Compositae)**; gênero **Smallanthus** e espécie **sonchifolius** (MANRIQUE; HERMANN; BENETT, 2004).

O cultivo do yacon se deu inicialmente na região dos Andes, em parcelas ou lotes familiares voltados principalmente para a agricultura de subsistência, entretanto foi disseminado para diversas regiões. O processo de expansão teve início em 1985 pelos japoneses, que exploraram suas propriedades funcionais e dietéticas e auxiliaram a sua dispersão para outros países, como Alemanha, França, Itália, Rússia e Brasil (VILHENA, 2000).

Em relação a classificação botânica, é uma planta perene, de propagação vegetativa, cuja altura varia de 1 a 2,5 metros. Seu complexo sistema subterrâneo é composto por rizóforos e raízes. Os rizóforos são estruturas tenras, ricas em fibras e responsáveis pela propagação vegetativa. As raízes fibrosas ou delgadas possuem função de fixação da planta ao solo e

absorção de água e nutrientes. As raízes tuberosas correspondem a porção de maior interesse comercial (GRAU; REA, 1997; MACHADO et al, 2004).

A raiz tuberosa possui formato fusiforme com aparência similar a batata doce (Figura 2.1). As características de forma, tamanho e composição são dependentes de diferentes fatores, como condições de plantio, clima, tipos de solos, época de cultivo, dentre outros (SANTANA; CARDOSO, 2008). A cor da casca varia entre marrom e uma tonalidade arroxeada, enquanto a polpa pode oscilar entre branco, amarelo, laranja e roxo, dependendo da variedade (VALENTOVÁ; ULRICHOVÁ, 2003; MANRIQUE et al, 2004). O sabor adocicado da raiz é semelhante a uma combinação entre o melão e a pera (SEMINÁRIO; VALDERRAMA, 2003).



Figura 2.1 – Raiz tuberosa de yacon antes e após a retirada da casca

2.4.2 Composição química da raiz de yacon

A raiz do yacon constitui-se principalmente por água (85 – 90%) e carboidratos e, devido a elevada umidade, sua estabilidade em condições ambientais se restringe em, aproximadamente, sete dias, contribuindo para essa baixa vida útil a característica delicada de seus tecidos internos (MANRIQUE; PARRAGA, 2005).

O tubérculo contém até 14 % de matéria seca, a qual 90 % é composto por carboidratos. Destes, 50 a 70 % são frutanos do tipo inulina (FOS e inulina) e os demais são representados pela frutose, sacarose e glicose. A proporção dos carboidratos no tubérculo varia de acordo com

o cultivar, época de colheita, tempo e temperatura de armazenamento (SEMINÁRIO; VALDERRAMA, 2003).

As raízes acumulam uma grande variedade de compostos bioativos com atividade antioxidante, principalmente polifenóis, compondo cerca de 200mg/100g de yacon fresco. Estudos têm evidenciado outros compostos encontrados com ação antioxidante, como triptofano, quercitina, ácido ferrúlico, ácido gálico (VALENTOVA; ULRICHOVÁ, 2003; SIMONOVSKA, 2003) e derivados do ácido cafeico (TAKENAKA, 2003).

Por consistir numa boa fonte da enzima polifenoloxidase (PPO), a raiz do yacon sofre rápida oxidação de compostos fenólicos a quinonas, que posteriormente são polimerizados e levam ao aparecimento de pontos castanhos ou pretos, causa do chamado escurecimento enzimático (VALENTOVA; ULRICHOVÁ, 2003).

O conteúdo de proteínas, lipídeos, minerais e vitaminas é reduzido. O potássio é o mineral mais abundante enquanto ferro, fosforo, cálcio, magnésio, sódio, zinco, manganês e cobre são encontrados em menores proporções. As vitaminas, com exceção do ácido ascórbico, representam apenas elementos traços (MANRIQUE; PÁRRAGA, 2005).

2.4.3 – Caracterização física e microbiológicas da raiz de yacon

A raiz tuberosa de yacon apresenta características que a tornam um alimento altamente perecível cuja reduzida vida útil está relacionada ao elevado teor de água, que pode exceder 90 % do seu peso fresco (LACHMAN et al, 2004) e a presença de nutrientes capazes de sustentar o crescimento de bolores, leveduras e bactérias (JAY, 2006).

O tubérculo possui atividade de água superior a 0,99 (MICHELS, 2005); pH entre 5 e 6 (VILHENA; CAMARA; KOKIHARA, 2000; PEREIRA, 2013) e concentração de sólidos solúveis cujos valores oscilam de 9,31 (MICHELS, 2005) e 15 (PEREIRA, 2013).

2.4.4 Alterações pós colheita da raiz de yacon

No período pós colheita ocorrem diversas transformações químicas e bioquímicas que provém energia para despolimerizar as cadeias de frutanos nas raízes de yacon, o que leva a

variações nas proporções de carboidratos encontrados. Esta variação no conteúdo de FOS e inulina é afetada pela velocidade de degradação enzimática, condições ambientais, climáticas e de armazenamento (ITAYA et al, 2002, 2007).

A velocidade da ação de enzimas de despolimerização é influenciada por condições ambientais desfavoráveis, incluindo baixas temperaturas, congelamento, seca ou o ataque de patógenos (FUKAI et al, 1997).

A temperatura de armazenamento é uma importante variável ligada à proporção de carboidratos e a atividade enzimática. Temperaturas mais elevadas tendem a acelerar a degradação de frutanos, catalizada pela enzima frutano hidrolase (FH), cuja atividade pode diminuir em até 40 % o conteúdo de FOS quando o yacon é estocado a temperatura ambiente por uma semana (GRAEFE, 2004). Também já foi reportado que temperaturas de refrigeração (5 – 10 °C) e umidade elevada (superior a 80 %) levam a uma maior retenção do FOS durante o armazenamento, mas estas condições não são suficientes para suprimir totalmente sua degradação (KANAYAMA; TOKIDA; ASO 2007).

Asami (1991) estudou a variação no conteúdo de FOS e outros carboidratos (frutose, glicose e sacarose) nas raízes estocadas por 14 dias a temperaturas de 5 ° e 25 °C. Observou-se uma queda de 33 e 41% no conteúdo de frutanos, respectivamente, confirmando que menores temperaturas levam a uma menor velocidade de reação e melhor retenção do conteúdo de FOS.

O conhecimento dos fenômenos que ocorrem com o yacon no período de armazenamento permite direcionar as técnicas de manejo pós colheita de acordo com a finalidade de utilização (VILHENA, 2000). O consumo in natura deve proporcionar maior sensação de doçura e, portanto, as reações de despolimerização são desejáveis para uma maior proporção de carboidratos livres. Contudo, a utilização do yacon como fonte de FOS requer técnicas de conservação que visam reter o conteúdo de frutanos, sendo desejável inibir essas reações de degradação (SEMINARIO; VALDERRAMA, 2003).

2.4.5. Yacon como alimento funcional prebiótico

A característica funcional do yacon está relacionada à presença de oligossacarídeos não digeríveis do tipo FOS e inulina, considerados fibras prebióticas. A modulação da microbiota intestinal pelos prebióticos ocorre em função da presença de ligações do tipo β (2-1), incapazes de serem quebradas por enzimas digestivas humanas. Desta forma, os prebióticos chegam

intactos ao cólon e são fermentados por micro-organismos intestinais o que, além de conferir valor calórico reduzido, resulta em diversos efeitos sobre a saúde (SCHEID, 2013).

O consumo do yacon como suplemento prebiótico na dieta acarreta efeitos diretos e indiretos. Os efeitos diretos são observados principalmente no aumento das contagens de bifidobactérias e na redução de micro-organismos patogênicos pertencentes aos gêneros *Clostridium* e *Bacteroides*, estes últimos frequentemente associados à produção de metabólitos tóxicos e processos inflamatórios (BRANDT, 2006; GIBSON; ROBERFROID, 1995). Este efeito é principalmente consequência da redução do pH ocasionada pela fermentação dos compostos prebióticos a ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente o acético, propionico e butírico (GIBSON; KOLIDA, 2007).

Os AGCC agem indiretamente na melhoria dos sintomas ou a redução do risco de desenvolvimento de algumas enfermidades, dentre as quais diabetes mellitus (OGOSE, 2006; HONORÉ et al, 2012; OLIVEIRA et al, 2013), osteoporose (RODRIGUES, 2012); obesidade (GENTA et al, 2009), alergias e alguns tipos de câncer (LIONG et al, 2009; MOURA et al, 2012), conforme esquematizado na Tabela 2.1.

GENTA et al (2009) avaliaram os efeitos benéficos do xarope de yacon sobre as medidas antropométricas, glicemia, concentrações de lipídeos e insulina de mulheres obesas na premenopausa. Neste trabalho, 55 mulheres foram selecionadas para participar do estudo duplo cego, controlado por placebo. O grupo teste foi dividido em dois grupos, tratado com 0,29 g/FOS/kg e 0,14 g/FOS/kg. O grupo controle recebeu solução preparada com carboximetilcelulose e sacarina. Os melhores resultados foram encontrados nos indivíduos tratados com 0,14 g/FOS/kg, que apresentaram aumento dos níveis de cálcio sanguíneo, redução do peso corporal, redução da circunferência da cintura, menor IMC, maior saciedade e diminuição do jejum de insulina sérica. Quando submetidos a dose de 0,29 g/FOS/kg, superior a recomendada, os indivíduos apresentaram sintomas gastrointestinais indesejáveis, como distensão abdominal e flatulências.

MOURA et al (2012) investigaram a utilização de extrato seco da raiz de yacon na prevenção do câncer de cólon em ratos Wistar machos, que foram subdivididos em seis grupos e alimentados com diferentes dietas: uma formulação controle (G1 e G6); duas formulações prebióticas contendo 0,5 % de extrato seco (G2) e 1,0% de extrato seco (G3 e G5) e uma dieta simbiótica preparada com 1 % de extrato seco acrescido de *Lactobacillus casei* (G4). O estudo teve duração de 20 semanas e, após esse período, os três grupos tratados com as

formulações prebióticas e simbiótica apresentaram redução na proliferação celular e no aparecimento de tumores invasivos, mostrando efeito positivo do consumo de yacon na redução da incidência de câncer de cólon.

RODRIGUES et al (2012) avaliaram o efeito de uma dieta suplementada com farinha de yacon e probiótico (*Bifidobacterium longum*) sobre a modulação de algumas variáveis relacionadas a saúde óssea. Para isso, 32 ratos Wistar foram divididos em quatro grupos tratados com formulação controle, formulação acrescida de farinha de yacon, formulação acrescida de *B.longum* e formulação acrescida de farinha de yacon e *B. longum*. O estudo teve duração de 28 dias e foi observada maior retenção de minerais com consequente aumento na resistência a fraturas nos grupos tratados com probiótico, prebiótico ou ambos.

CHOQUE-DELGADO et al (2012) estudaram a relação entre o consumo de uma dieta enriquecida com yacon sobre o sistema imunológico de ratos tratados com dietas controle (grupo 1), enriquecida com FOS comercial (grupo 2), enriquecidas com 3% de FOS proveniente do yacon (grupo 3) e enriquecidas com 5% de FOS proveniente do yacon (grupo 4). O estudo teve duração de 30 dias e os grupos cuja dieta foi suplementada com yacon mostraram aumento da produção de imunoglobulina A (IgA) e redução da produção de citocinas inflamatórias do tipo interleucinas IL-1 β , evidenciando a importância do yacon no balanço da resposta imune.

OLIVEIRA et al (2013) investigaram o efeito do consumo de 0,76 g de frutanos/kg corporal/dia contido no extrato aquoso da raiz de yacon sobre os parâmetros bioquímicos em ratos com diabetes induzida. O estudo teve a duração de 30 dias e evidenciou que os ratos diabéticos tratados com prebióticos apresentaram níveis menores de glicose no sangue, maior produção de insulina e níveis reduzidos de colesterol total e triglicerídeos.

SANT'ANNA (2015) avaliou o efeito da utilização de um produto a base de yacon (PBY) acrescido ao suco de laranja integral na melhoria dos sintomas de constipação em indivíduos adultos idosos constipados. Para isso, os indivíduos foram subdivididos em dois grupos: o grupo teste foi tratado com suco de laranja acrescido de PBY numa dose correspondente a 10 g de FOS/inulina/dia e o grupo controle recebeu suco de laranja acrescido de maltodextrina em dose que fornecia doçura similar. Os resultados constataram aumento do número de evacuações, com melhoria da consistência das fezes e dos sintomas de constipação, concluindo que o yacon apresenta efeito positivo na melhoria dos sintomas da doença.

Tabela 2.1 – Estudos clínicos realizados com yacon

Autor	Forma de Utilização	Objetivo do Estudo	Dose	Numero de Indivíduos	Duração (dias)	Resultados Obtidos
GENTA et al, 2009	Xarope	Relacionar o consumo de yacon e as medidas antropométricas, níveis de glicose sanguínea e concentração de insulina em ratos	- 0.14 g de FOS/Kg/dia - 0.29 g de FOS/Kg/dia	55	120	Redução do peso corporal, circunferência da cintura e índice de massa corporal no grupo tratado; Promoção da saciedade; O consumo de yacon em doses superiores de 0,29 g de FOS/Kg/ dia causa desconforto abdominal
MOURA et al, 2012	Extrato Seco de Yacon	Investigou o efeito protetivo do consumo de yacon sobre a incidência do processo de carcinogenese em ratos Wistar machos Avaliar o efeito da ingestão de farinha de yacon suplementada com probióticos na modulação de variáveis relacionadas a saúde ossea;	0.5% de FOS 1.0% de FOS	-	91	Redução na proliferação de células de câncer e consequente redução no aparecimento de tumores;
RODRIGUES et al, 2012	Farinha	Avaliar o efeito da ingestão de farinha de yacon suplementada com probióticos na modulação de variáveis relacionadas a saúde ossea;	8.1% de yacon flour;	32	28	Maior retenção mineral no osso, com consequente aumento da resistência à fraturas. Possível efeito na prevenção da osteoporose.
CHOQUE-DELGADO et al, 2012	Farinha de Yacon	Investigar o efeito do consumo regular de yacón sobre o sistema imunológico de ratos.	5% de FOS	-	30	Redução nos níveis de citocinas inflamatórias nas culturas de macrófagos; aumento dos níveis de IgA. Ausência de efeitos negativos sobre o sistema imunológico.
OLIVEIRA et al, 2013	Extrato aquoso da raiz de yacon	Verificar o efeito do consumo do extracto aquoso da raiz yacón sobre alguns parâmetros bioquímicos em ratos com diabetes induzida.	0.76 grams de frutanos/K g de peso corporal.	32	30	Níveis menores de glicose no sangue, maior a produção de insulina e níveis reduzidos de colesterol total e triglicérides em ratos diabéticos. Melhoria dos sintomas associados com a diabetes.
SANT'ANNA, 2015	Produto a Base de Yacon	Investigar o efeito do consumo de produtos à base de yacón na	52 g de PBY que correspond eram a 10 grams/FOS	48	30	Efeito positivo sobre a microbiota intestinal. Aumento do número de evacuações e aumento da consistência fecal.

melhoria dos e
sintomas da inulina/dia
constipação
intestinal em
indivíduos
adultos.

2.4.6 Aspectos tecnológicos do yacon

O yacon se destaca num mercado cada vez mais consciente da relação entre alimentação e saúde devido ao elevado teor de FOS e inulina, que atingem proporções de 40,97% e 20,75%, respectivamente, do conteúdo de matéria seca do tubérculo in natura. Estes componentes prebióticos possuem propriedades de interesse para a indústria de alimentos, dentre as quais a ausência de cor e odor. Essas propriedades tem sido exploradas por meio do incremento de alimentos com frutanos do tipo inulina, que tem gerado produtos com propriedades sensorialmente aceitas por proporcionar fácil mastigação e digestão, textura porosa e elevada palatabilidade (MOSCATTO, 2006).

O sabor adocicado associado a raiz, juntamente com sua funcionalidade, fazem do yacon um excelente alimento para ser consumido in natura. Contudo, o tubérculo é altamente perecível devido ao elevado teor de água e a presença de enzimas oxidativas, dentre as quais a polifenoloxidase, presente em altas concentrações (FANTE, 2012). Buscando solucionar o problema relacionando a curta vida útil do yacon e explorar seu potencial tecnológico, novas formas processadas tem surgido, destacando-se as farinhas (MOSCATTO, 2004, 2006, VASCONCELOS, 2010), geléias (PATRI et al, 2009), doces (MALDONADO, 2008), chips (CASTRO et al, 2012), xaropes (MANRIQUE; HERMANN; PARRAGA, 2005) e outros produtos ainda pouco conhecidos (tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Produtos Processados a Base de Yacon

Forma Processada	Referências
Xarope de yacon	MANRIQUE; HERMANN; PARRAGA, 2005)
Chanchaka	MANRIQUE; HERMANN; PARRAGA (2005)
Farinha de yacon	MOSCATTO et al (2006); RODRIGUES et al (2011); VASCONCELOS et al (2012)

Doce de yacon	MALDONADO, SINGH (2008)
Geléia mista de yacon	PRATI et al (2009)
Produto a Base de Yacon (PBY)	INPI (2011); SANTANNA et al, 2014
Chips de yacon	CASTRO et al (2012)

O produto a base de yacon (PBY) é um alimento processado, com elevada concentração de FOS (9 - 38,4%), que pode ser consumido em pequenas quantidades para proporcionar o efeito prebiótico e tem se mostrando uma alternativa prática para ser acrescida dieta normal (INPI, 2011).

A chanchaca consiste em blocos sólidos de cor marrom escura obtido a partir do suco de yacon fervido e concentrado. Devido a similaridade com outros edulcorantes, a chanchaca pode ser utilizada como substituto hipocalórico do açúcar comum (MANRIQUE; HERMANN; PARRAGA, 2005).

No Brasil, diversos estudos já foram realizados com o yacon e suas formas processadas utilizadas como ingredientes na formulação de bolos (MOSCATTO et al, 2004); geléia mista com goiaba e acerola (PRATI et al, 2009), e bebida funcional a base de yacon (TEIXEIRA et al, 2009).

2.4.6 O PBY como um novo alimento funcional

O PBY consiste em um alimento processado por meio da adição de acidulantes e aplicação de tratamento térmico, pronto para consumo direto ou utilizado como ingrediente na confecção de outros alimentos. Em relação ao gosto, a concentração dos carboidratos envolvida no processamento confere ao produto uma característica adocidada (RODRIGUES, 2011). A adição de ácido cítrico e ascórbico contribuem para atribuir sabor, contudo, a principal função destes acidulantes é retardar a oxidação e restringir a microbiota deteriorante que, no PBY, limita-se majoritariamente a fungos e leveduras. Suas características físico-químicas permitem caracterizá-lo como um alimento muito ácido por apresentar $\text{pH} < 4$ e de elevada umidade, com atividade de água acima de 0,90 (RAFAEL, 2013).

O PBY apresenta elevado percentual de umidade e carboidratos, dos quais destacam-se a glicose, sacarose, frutose e os oligofrutos prebióticos do tipo FOS e inulina. Em menor proporção, encontram-se cinzas, lipídeos e proteínas. Rodrigues (2011) encontrou valores médios de 53,08 % de umidade, 2,55 % de cinzas, 0,14 % de lipídeos, 1,84 % de proteínas e 42,75 % de carboidratos. Dos carboidratos determinados no estudo 4,02 % corresponderam a glicose, 6,95 % a sacarose, 17,15 % a frutose, 13,75 % a FOS e 9,88 % a inulina. Santa'anna (2013) determinou para a composição centesimal do PBY 69,8 % de umidade, 0,21 % de lipídeos, 0,5 % de proteínas e 0,42 % de cinzas e 29,07 % de carboidratos sendo que 14,54 % destes carboidratos correspondiam a oligofrutos. Rafael (2013) verificou que a composição centesimal do PBY consiste em 0,32 % de proteínas, 60,66 % de umidade, 0,51 % de cinzas e 36,25 % de carboidratos, dos quais 9,40 % eram glicose, 12,60 % frutose, 10,08 sacarose e 9,24 % de oligofrutos, não sendo constatada presença de inulina.

O conhecimento das características do produto a base de yacon permite classifica-lo junto a ANVISA como um alimento doce, não comercialmente estéril e cuja elevada concentração de oligofrutos possibilita alegação de propriedade funcional ou de saúde (BRASIL, 2015), já tendo sido realizados alguns estudos que comprovam a funcionalidade do PBY nos quadros de hiperglicemia (RODRIGUES, 2011), melhoria da saúde óssea (PAULA, 2013) e constipação intestinal (SANT'ANNA, 2013).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA/MS. Resolução nº 18 de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Disponível em [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/815ada0047458a7293e3d73fbc4c6735/RESOLUCAO_18_1999.pdf - MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/815ada0047458a7293e3d73fbc4c6735/RESOLUCAO_18_1999.pdf?MOD=AJPERES). Acesso em fevereiro de 2014.

ARAUJO, E.A.; CARVALHO, A.F.; ELEANA, S.L.; FURTADO, M.M.; MORAES C.A.; Production of cottage-like symbiotic cheese and study of probiotic cells survival when exposed to different stress levels. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, p. 111-118, 2009.

ASAMI, T. K.; MINAMISAWA, T.; TSUCHIYA, K.; KANO, I.; HORI, T.; OHYAMA, M. Kubota and T. Tsukihashi. Fluctuation of oligofructan contents in tubers of yacon (*Polymnia sonchifolia*) during growth and storage. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.62, p.621-627, 1991.

AZEREDO, H.M.C.; **Fundamentos de Estabilidade de Alimentos**. 2. Ed.; 328 p. Fortaleza : Embrapa Agroindustria Tropical, 2012.

BARBOZA, L.M.V.; FREITAS, R.J.S.; WASZCZYHNSKYJ, N.; Desenvolvimento de Produtos e Análise Sensorial, **Brasil Alimentos**, n.18, 2003. Disponível em <http://www.signuseditora.com.br/ba/pdf/18/18%20-%20Desenvolvimento.pdf>. Acesso em agosto de 2015.

BARRAUD, D.; BLARD, C.; HEIN, F.; MARÇON, O.; CRAVOIZY, A.; NACE, L.; ALLA, F.; BOLLAERT, P.E.; GIBOT, S. Probiotics in the critically ill patient : a double blind, randomized, placebo-controlled trial, **Intensive Care Medicine**, v.36, p.1540-1547, 2010.

BONNEMA, A.L.; KOLBERG, L.W.; THOMAS, W.; SLAVIN, J.L., Gastrointestinal Tolerance of Chicory Inulin Products, **Journal of American Dietetic Association**, v.110, p.865-869, 2010.

BRANDT, K.G.; SAMPAIO, M.M.S.C; MIUKI, C.J. Importância da Microflora Intestinal, **Pediatria**, v.28, n.2, p.117-127, 2006.

BROWNAWELL, A.M.; CAERS, W.; GIBSON, G.R.; KENDALL, C.W.C.; LEWIS, K.D. ; RINGLE, Y; SLAVIN, J.L, Prebiotics and the Health Benefits of Fiber: Current Regulatory Status, Future Research, and Goals, **Journal of Nutrition**, v.142, p.962-974, 2012. Suplemento

CAMPOS, PALLARDEL, I.B.; CHIRINOS, R.; GALVEZ, A.A.; NORATTO, G.; PEDRESCHI, R.; Prebiotic effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity, **Food Chemistry**, v.135, p. 1592 – 1599, 2012.

CARABIN, I.G.; FLAMM, W.G. Evaluation of safety of inulin and oligofructose as dietary fiber, **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, New York, v.30, p.268-282, 1999.

CASTRO, A.; CABALLERO, M.; HERBAS, A.; CARBALLO, M. Antioxidants in Yacon Products and Effects of Long Term Storage, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.32, p.432, 2012.

CHAPMAN, C.M.C; GIBSON, G.R; ROWLAND, I. In vitro evaluation of single- and multi-strain probiotics: Inter-species inhibition between probiotic strains, and inhibition of pathogens, **Anaerobe**, v.18, n.4, p.405-413, 2012.

CORTHER, G.; DORÉ, J.; Une ere nouvelle dans le domaine des las interactions entre le microbiote et la sante humaine, **Gastroenterologie Clinique et Biologique**, v. 34, p. 1 – 6, 2010.

DAHL, W.J.;WHITING, S.J.; ISAAC, T.M; WEEKS, S.J; ARNOLD, C.J.; , Effects of thickened beverages fortified with inulin on beverage acceptance, gastrointestinal function, and bone resorption in institutionalized adults, **Nutrition**, v.21, p.308-311, 2005.

DELGADO, G.T.C.; THOME,R.; GABRIEL, D.L.; TAMASHIRO, W.M.S.C.; PASTORE, G.M, Yacon (*Smallanthus sonchifolius*)-derived fructooligosaccharides improves the immune parameters in the mouse, **Nutrition Research**, v.32, p.884-892, 2012.

DELZENNE, N.M., CANI, P.D. Interaction Between Obesity and the Gut Microbiota: Relevance in Nutrition, **Annual Review of Nutrition**, 2011.

FANTE, L.; SCHER, C.F.; NOREÑHA, C.P.Z.; RIOS, A.O.; Study of enzyme inactivation using steam in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) roots, **Journal of Food Processing and Preservation**, v.37, p.16-24, 2013. ISSN 1745-4549.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria, Córdoba, 2001. 34p. Disponível em < ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/probioreport_en.pdf>. Acesso em 11 de fevereiro de 2014.

FAO Technical Meeting on Prebiotics. Food Quality and Standards Service (AGNS), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), September 15-16, 2007 Disponível em: http://www.fao.org/ag/agn/agns/files/Prebiotics_Tech_Meeting_Report.pdf.. Acesso em 11 de fevereiro de 2014.

FERRUZZI, M.G.; PETERSON, D.G.; SINGH, R.P.; SCHWARTZ, S.J.; FREEDMAN, M.R. et al, Nutritional translation blended with food science: 21st century applications, **American Society from Nutrition**, v.3, p.813-818, 2012.

FUKAI, K. OHNO, S.; GOTO, K. NANHO, F.; HARA, Y., Seasonal fluctuations in fructan content and related enzyme activities in yacon (*Polymnia sonchifolia*), **Soil Science and Plant Nutrition**, v.43, p.171-177, 1997.

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

GIBSON, G.R., ROBERFROID, M.B. Dietary Modulation of the Human Colonie Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics, 1995.

GIBSON, G.R.; KOLIDA, S. Prebiotic Capacity of Inulin-Type Fructans, **The Journal of Nutrition**, v.137, p.2503S-2506S, 2007. Supplement.

GOTTELAND, R.M.; GARRIDO, C.D.; CRUCHET, M.S. Regulación de la microbiota intestinal en voluntarios sanos mediante el consumo de un producto con el probiótico *Lactobacillus johnsonii* La1, **Revista chilena de nutrición**, v.33, n.2, p.198-203, 2006 .

GOTO, K.; FUKAI, K.; HIKIDA, J.; NANJO, F.; HARA, Y. Isolation and structural analysis of oligosaccharides from yacon (*Polymnia sonchifolia*), **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v.59, n.12, p.2346-2347, 1995.

GRAEFE, F.; HERMANN M. MANRIQUE, I.; GOLOMBEK, S.; BUEKERT, A. Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes, **Field Crops Research**, v.86, p.157-165, 2004.

GRAU, A.; REA, J. Yacon. *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. In: Hermann M., Heller J. (eds.): Andean roots and tuberous roots: Ahipa, Arracacha, Maca and Yacon. Promoting the conservation and use of underutilized crops. IPK, Gatersleben/IPGRI, Rome, v.174, p.199-256, 1997.

GUARNER, F. Prebiotics in inflammatory bowel diseases, **British Journal of Nutrition**, v.98, p.S85-S89, 2007.

HABIB, N.C.; HONORE, S.N.; GENTA, S.B.; SANCHEZ, S.S.; hypolipidemic effects of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) roots on diabetic rats : Biochemical approach. **Chemico-Biological Interactions**, v.194, p.31-39, 2011.

HASLER, C.M., BROWN, A.C. Position of the American Dietetic Association: Functional foods. **Journal of the American Dietetic Association**, v.109, p.735-746, 2009.

HESS, J.R.; BIRKETT, A.M.; THOMAS, W.; SLAVIN, J.L, Effects of short-chain fructooligosaccharides on satiety responses in healthy men and women, **Appetite** v.56, p.128-134, 2011.

HIJOVÁ, E.; SZABADOSOVA, V.; STOFILOVA, J.; HRCKOVA G., Chemopreventive and metabolic effects of inulin on colon cancer development, **Journal of veterinary Science**, v.14, p.387-393, 2004.

HONORÉ, S.M.; CABRERA, W.M.; GENTA, S.B.; SANCHEZ, S.S. Protective effect of yacon leaves decoction against early nephropathy in experimental diabetic rats, **Food and Chemical Toxicology** v.50, p.1704-1715, 2012.

INOUE, A.; TAMOGAMI, S.; KATO, H.; NAKAZATO, Y.; AKIYAMA, M.; KODAMA, O.; AKATSUKA, T.; HASHIDOKO, Y.; Antifungal melampolides from leaf extracts of *Smallanthus sonchifolius*, **Phytochemistry**, v.39, p.845 – 848, 1995.

INPI- Instituto Nacional de Propriedade Industrial; patent pending, PI 1106621-0, 13/10/2011.

IOM/NAS. 1994. Opportunities in the Nutrition and Food Sciences, ed. P.R. Thomas and R. Earl, p. 109. Institute of Medicine/National Academy of Sciences, **National Academy Press**, Washington, D.C.

ITAYA, N.M., CARVALHO, M.A.M., FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.C.L. Fructosyl transferase and hydrolase activities in rhizophores and tuberous roots upon growth of *Polymnia sonchifolia* (Asteraceae), **Physiologia Plantarum** v.116, p.451-459, 2002.

ITAYA, N.M.; ASEGA, A.F; CARVALHO, M.A.M; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R.D.L. Hydrolase and fructosyltransferase activities implicated in the accumulation of different chain size fructans in three Asteraceae species, **Plant Physiology and Biochemistry**, v.45, p.647-656, 2007.

JAY, J.M.; **Microbiologia de Alimentos**, 6.ed., Porto Alegre: Atmed, 2005.

KANAIAMA, A.N.; TOKIDA, N.; ASO, K. Dependence of Fructooligosaccharide Content on Activity of Fructooligosaccharide-Metabolizing Enzymes in Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) Tuberous Roots during Storage, **Journal of Food Science**, v.72, p.381-387, 2007.

KANAUCHI, O; ANDOH, A; MITSUYAMA, K. [Effects of the modulation of microbiota on the gastrointestinal immune system and bowel function](#), **Journal of agricultural and food chemistry**, v.61, n.42, p.9977-83, 2013.

KANEKO, T.; KUDO, T.; HORIKOSHI, K. Comparacion of CD composiociion produced by chimeric Cgtases. **Agriculture Biological Chemistry**, v. 54, p. 197-201, 1990.

KNOW, H.K.; LEE, C.G.; SO, J.S.; CHAE, C.S.; HWANG, J.S.; SAHOO, A.; NAM, J.H.; RHEE, J.H.; HWANG, K.C.; IM, S.H., Generation of regulatory dendritic cells and CD4(+)Foxp3(+) T cells by probiotics administration supresses immune disorders, **Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of Ame**, V.107, p.2159-2164, 2010.

LACHMAN, L.; HAVRLAND, B.; FERNÁNDEZ, E.C.; DUDJAK, J.; Saccharides of yacon [*Smallanthus sonchifolius* Poepp. Et Endl.) H. Robinson] tubers and rizomes and factors affecting their contents, **Plant, Soil and Environment**, v.50, p. 383 – 390, 2004.

LIONG, M.T Roles of Probiotics and Prebiotics in Colon Cancer Prevention: Postulated Mechanisms and In-vivo Evidence, **International Journal of Molecular Science**, v.9, p854-863, 2009.

MACHADO, S.R.; OLIVEIRA, D.M.T.; DIP, M.R.; MENEZES, N.L. Morfoanatomia do sistema subterrâneo de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson (Asteraceae), **Revista Brasileira de Botânica**, v.27, p.115 – 123, 2004.

MAGALHÃES M.S.; SALMINEN S.; DE ANNA P.; TOMMOLA J.; COLLADO M.C.; FERREIRA C.L.. DE ANNA P.; MARCHELLI R. Prebiotic. In: MAGALHÃES MS, SALMINEN S, DE ANNA P, MARCHELLI R, FERREIRA CL, TOMMOLA. Terminology: Functional foods, probiotics, prebiotics, synbiotics, health claims, sensory evaluation of food, molecular gastronomy Functional Food Forum (ed), Turku, 2011; 122p.

MAGEE, M.J; NARAYAN, K.M.V. Global confluence of infectious and non communicable diseases — The case of type 2 diabetes, **Preventive Medicine**, v. 57, p.149–151, 2013.

MALDONADO, S.; SINGH, J.C.; Efecto de gelificantes en la formulación de dulce de yacon, **Ciência eTecnologia de Alimentos**, v.28, p.429-434, 2008. ISSN 0101 20 61.

MANRIQUE, I.; HERMANN, M.; BERNETT T. Yacon : Fact Sheet. International Potato Center, Lima, Peru, 2004. Disponível em www.cipotato.org/artc/cipcrops/factsheetyacon.pdf . Acesso em Fevereiro de 2014.

MANRIQUE, I.; PÁRRAGA, A.; HERMANN, M. Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). Yacon syrup: Principles and Processing 2005; 8B.

MESQUITA, K.S. **Vida de prateleira de goiabada cascão light adicionada de prebiótico : alterações físicas, químicas, físico-químicas, sensoriais e microbiológicas**, Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 118 p., Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

MICHELS, I. **Aspectos tecnológicos do processamento mínimo de tubérculos de yacon (Polimnia sonchifolia) armazenados em embalagens com atmosfera modificada**, Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 107p, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2005.

MONDINI, L.; MONTEIRO C.A. Mudanças no padrão de alimentação da população urbana brasileira (1962-1988), **Revista de Saúde Pública**, v.28, p.433-439, 2004.

MORAES, F.P., COLLA, L.M. Alimentos Funcionais e Nutraceuticos : Definições, Legislação e Benefícios a Saúde, **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.3, p. 109-122, 2006

MOSCATTO, J.A.; FERREIRA, S.H.P.; HAULY, M.C.O.; Farinha de Yacon e Inulina na formulação de bolo de chocolate, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, p. 634-640, 2004.

MOSCATTO, J.A.; BORSATO, D.; BONA, E.; OLIVEIRA, A.S.; HAULY, M.C.O.; The optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal, **International Journal of Food Science and Technology**, v.41, p.181-188, 2006.

MOURA, N.A.; CAETANO, B.F.R.; SIVIERI, K.; URBANO, L.H.; CABELLO, C.; ROFRIGUES, M.A.A.; BARBISAN, L.F. Protective effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) intake on experimental colon carcinogenesis, **Food and Chemical Toxicology**, v.50, p.2902-2910, 2012.

NASSU, N.P.; Análise sensorial : ferramenta para avaliação da qualidade de carne, Embrapa Pecuária Sudeste, artigo em anais de congressos (ALICE). In Simpósio de Qualidade de Carnes, 4, 2012, Jaboticabal.

OGOSE, N.; AL, T.; TERADA, S.; YOSHIOKA, K; TAGO, K.; NISHIMURA, A; KAJIMOTO, Y; KAJIMOTO, O. The inhibitory effect of the food which consists of the extract from the leaf and stem of yacon on the postprandial increase in blood glucose for subjects with normal blood glucose or borderline diabetes, **Japanese Journal of Pharmacology**, v.34, p.734-746, 2006.

OJANSIVU I.; FERREIRA C.L.; SALMINEN S. Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with history of safe use. **Trends in Food Science and Technology**, v.22, p. 40-46, 2010.

OLIVEIRA, R.A.; PARK, K.J.; CHIORATO, M.; PARK, K.J.B.; NOGUEIRA< R.I.; Otimização da extração de inulina a partir de raízes de chicória, **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.6, p. 132-140, 2004.

PADLA, E.P.; SOLIS, L.T.; RAGASA, C.Y.; Antibacterial and antifungal properties of entkaurenoic acid from *Smallanthus sonchifolius*, **Chinese Journal of Natural Medicines**, v.10, p.408 – 414, 2012.

PARNELL, J.A., REIMER, R.A, Prebiotic fiber modulation of the gut microbiota improves risk factors for obesity and the metabolic syndrome, **Gut Microbes**, v.3, p.29-34, 2012.

PAULA, H.A.A. **Efeito prebiótico de produto à base de Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) na modulação de indicadores da saúde óssea em ratas wistar**, 2013, 219p. Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

PEREIRA, J.A.R.; BARCELOS, M.F.C.; PEREIRA, M.C.A.; FERREIRA, E.B.; Studies of chemical and enzymatic characteristics of yacon (*Smallanthus sonchifolia*) and its flours, **Food Science and Technology**, v.33, n.1, p. 75 – 83, 2013.

PITARRESI, G. et al, Rheological characterization and release properties of inulin-based hydrogels, **Carbohydrate Polymers** v.88, p.1033-1040, 2012.

PIRES, E.A.; FERREIRA, M.A.; VIEIRA, F.B.; BARBOSA, C.A.; SANTOS, F.L.; Perfil dos documentos de patente referentes a tecnologias e produtos probióticos, prebióticos e simbióticos na América Latina, **Cadernos de Prospecção**, v.8, p.142-149, 2015.

POPKIN, B.M. Nutritional Patterns and Transitions, **Population and Development Review**, v.19, p. 138-157, 1993.

POPKIN, B.M. Urbanization, Lifestyle Changes and the Nutrition Transition, **World Development** Vol. 27, p. 1905-1916, 1999.

POPKIN, B.M, The Nutrition Transition and Obesity in the Developing World, In : Symposium: Obesity in Developing Countries: Biological and Ecological Factors, **Journal of Nutrition**, v.131, S871-S873, 2001.

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

RAFAEL, V.C. **Aspectos Funcionais e de Segurança de um Novo Produto a Base de Yacon (PBY)**, Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2013, 134p. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

RAUD, C. Os alimentos funcionais: a nova fronteira da indústria alimentar análise das estratégias da danone e da nestlé no mercado brasileiro de iogurtes, **Revista de Sociologia e Política**, v.16, n.31, p.85-100, 2008.

ROBERFROID, M.B., Introducing Inulin-type fructans, **The British journal of nutrition**, v.93, p.S13-S25, 2005.

ROBERFROID, M.B., Inulin-type Fructans : Functional Foods Ingredients, **The Journal of Nutrition**, v.137, p.2493S-2502S, 2007. Supplement.

RODRIGUES, V.C. **Desenvolvimento, avaliação do índice glicêmico e aceitabilidade de um produto à base de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**, 2011, 64p. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

RODRIGUES, F.C.; CASTRO, A.S.B.; RODRIGUES, V.C.; FERNANDES, S.A.; FONTES, E.A.F.; OLIVEIRA, T.T.; MARTINO, H.S.D.; FERREIRA, C.L.L.F.; Yacon flour and Bifidobacterium longum modulate bone health in rats, **Journal of Medicinal Foods**, v.15, p.664 – 670, 2012.

RODRIGUES C.R.; BORGES J.T.; PIROZI M.R.; FERREIRA C.L.L.F.; Yacon como alimento funcional e fonte de prebiótico. Cap 8. In: Prebióticos e probióticos: atualização e prospecção, Rubio, Rio de Janeiro, 2012; 226p.

SALAS-SALVADÓ, J.; BULLÓ, M.; PEREZ-HERAS, A.; ROS, E. Dietary fibre, nuts and cardiovascular diseases, **British Journal of Nutrition**, v.96, pS.45-S.51, 2006. Supplement 2.

SANT'ANNA M.S.L.; BARRA L.M.; PAULA H.A.A.; COSTA N.M.B.; FERREIRA C.L.L.F.; Probióticos e prebióticos na absorção de minerais. Cap 3. In: Prebióticos e probióticos: Atualização e prospecção. Ferreira, CLLF (Editora). Rubio, Rio de Janeiro, 2012; 226p.

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

SANT'ANNA, M.S.L.; FERREIRA C.L.L.F.; Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) no controle das doenças não-transmissíveis. **Nutrição Brasil**, n.12, p. 310-315, 2013.

SANT'ANNA, M.S.L. **Efeito de um produto a base de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) na modulação da constipação intestinal**, 2013, 116p., Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

SCHEID, M.M.A. **Avaliação dos Efeitos do Yacon Liofilizado em Idosos**, 2013, 122p. Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2013

SEMINARIO, J.; VALDERRAMA, M. El yacon: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), 2003. 60p. Disponível em: http://www.cipotato.org/market/PDFdocs/Yacon_Fundamentos_password.pdf. Acesso em fevereiro de 2014.

SILVA, M.P.; CAVALLI, D.R.; OLIVEIRA, T.C.R.M.; Avaliação do padrão coliformes a 45°C e comparação da eficiência das técnicas de tubos múltiplos e Petrifilm EC na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p.352-359, 2006.

SIMONOVSKA, B. et al. Investigation of phenolic acids in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves and tubers. **Journal of Chromatography A**, Czech Republic, v.1016, p.89-98, 2003.

SINGH, R.P.; ANDERSON, B.A.; The major types of food spoilage : an overview. In STEELE, R. Understanding and Measuring the Shelf Life of Food. Boca Raton, USA : CRC Press, 2004. Cap. 1, p. 3-19.

STELLA, R. Alimentos Funcionais : Solução para Doenças ? 2012. Disponível em < <http://cyberdiet.terra.com.br/alimentos-funcionais-12-1-12-79.html>> Acessado em 24 de fevereiro de 2014.

SOUSA, S.; PINTO, J.; RODRIGUES, C.; GIÃO, M.; PEREIRA, C.; TAVARIA, F.; XAVIER, M.F.; GOMES, A.; BERTOLDO, M.T.P.; PINTADO, M. Antioxidant properties of steriezed yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tuber flour, **Food Chemistry**, v.188, p. 504-509, 2015.

TAKENAKA, N.; YAN, X.; ONO, H.; YOSHIDA, M.; NAGATA, T.; NAKANISHI, T., Caffeic Acid Derivatives in the Roots of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*), **Journal of Agricultural and food Chemistry**, v.51, p.793-796, 2003.

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

TOLGA MUFTUOGLU, M.A. ; CIVAK, T. ; CETIN, S. ; CIVAK, L. ; GUNGOR, O. ; SAGLAM, A. Effects of probiotics on experimental short bowel syndrome , **The American Journal of Surgery**, v.202, p.461-468, 2011.

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

VASCONCELOS, C.M.; SILVA, C.O; TEIXEIRA, L.J.Q; CHAVES, J.B.P; MARTINO, H.S.D., Determinacao da fracao da fibra alimentar soluvel em raiz e farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) pelo metodo enzimatico gravimetrico e cromatografia liquida de alta eficiencia, **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.69, p.188-93, 2010.

VASCONCELOS, C.M.R.; MININ, V.P.R.; CHAVES, B.P.; Yogur bajo en calorías añadido con harina de yacón: desarrollo y evaluación físico-química, *Revista Chilena de Nutrição*, v.39, 2012.

VILHENA, S.M., CÂMARA, S.L.A., TAKIHARA, S.T. O cultivo de yacon no Brasil, *Horticultura Brasileira*, v. 18, 2000.

WEN, K ; GUOHUA, L. ; TAMMY, B; FANGNING, L. ; YANRU, L ; JACOB, K ; LIN, L; XINGDONG, Y. ; LIJUAN, Y. High dose and low dose *Lactobacillus acidophilus* exerted differential immunomodulating effects on T cell immune responses induced by an oral human rotavirus vaccine in gnotobiotic pigs, *Vaccine*, v.30, p.1198-1208, 2012.

WOLLOWSKI, I.; RECHKEMMER, G.; ZOBEL, B.L.P.; Protective role of probiotics and prebiotics in colon cancer 1'2'3, *The American Journal of Clinical Nutrition*, v.73, p.451 – 455, 2001.

ZAKIR, M.M.; FREITAS, I.R.; Benefícios do consumo de isoflavonas presentes em produtos derivados de soja, *Journal of Bioenergy and Food Science*, v.2, 2015.

ZARDINI, E. Ethnobotanical Notes on “Yacon”, *Polymnia sonchifolia* (Asteraceae), *Economic Botany*, v.45, p.72-85, 1991.

3 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA DA RAIZ DE YACON

3.1 - INTRODUÇÃO

Os hábitos de vida da população ocidental tem passado pelo fenômeno de transição nutricional (POPKIN, 1993, 1999; WHO, 2003), caracterizado pela modificação do padrão de doenças, antes associadas a desnutrição e a fome, e posteriormente substituídas por quadros clínicos relacionados principalmente ao estilo de vida e a alimentação, promovendo o desenvolvimento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) (POPKIN, 2001; MONDINI, MONTEIRO, 1994; FERRUZZI, 2012), como diabetes melittus (GITTELSON et al, 1998), doenças cardiovasculares (NASCIMENTO et al, 2014), hipertensão arterial (HAWLEY et al, 2011) e diversos tipos de câncer (KAISER; BOUSKILL, 2013).

Nesse contexto, a demanda por alimentos funcionais, que auxiliam na redução da incidência desses quadros clínicos promovendo melhoria na qualidade de vida tem aumentado (FERRARI; TORRES, 2003). São diversos os ingredientes com alegação de funcionalidade, destacando-se os ácidos graxos, carotenóides, fitoesteróis e, dentre outros, os probióticos e prebióticos (ANVISA, 1999).

Prebióticos são componentes alimentares não digeríveis que conferem benefícios à saúde do hospedeiro por meio da modulação da microbiota intestinal (FAO, 2007). Dos ingredientes prebióticos destacam-se os carboidratos não digeríveis, como a lactulose, galactoligossacarídeos (GOS), oligossacarídeos do leite humano (HMO), frutoligossacarídeos (FOS), inulina, dentre outros (CORZO, 2015).

Frutanos do tipo FOS e inulina estão presentes em uma grande variedade de alimentos, destacando-se a raiz de yacon (*Smallanthus sonchifolius*), que além de fonte de componentes prebióticos, também carrega compostos fenólicos com atividade antioxidante (VASCONCELOS et al, 2010; YAN et al, 1999), antifúngica (INOUE et al, 1995; PADLA, 2012) e antidiabética (CAMPOS et al, 2012). A funcionalidade acarretada pela presença desses compostos bioativos na raiz de yacon torna esta um alimento de interesse e, nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo determinar a composição físico-química da raiz de yacon e contribuir para sua caracterização.

3.2 - METODOLOGIA

As raízes do yacon, provenientes do CEASA/Belo Horizonte, foram obtidas no mercado local em três ocasiões diferentes (abril, julho e setembro de 2015), sendo posteriormente selecionadas, lavadas, descascadas e fatiadas na planta piloto do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa. A caracterização da raiz foi realizada por meio de determinações de pH, atividade de água, sólidos solúveis, composição centesimal (umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e carboidratos) e quantificação carboidratos.

3.2.1. Análises físico-químicas

Foram realizadas determinações de pH, atividade de água e sólidos solúveis na raiz in natura. O pH foi medido através de introdução direta do eletrodo na amostra, sendo utilizado pHmetro digital (Bell Engineer, w3d) devidamente calibrado. A atividade de água foi determinada a temperatura ambiente utilizando medido aqualab (Decaton 3T, Decaton Devices Inc., USA). A determinação de sólidos solúveis foi realizada através da adição da amostra em refratômetro portátil (Atago, N4, Japão).

3.2.2. Análise da composição centesimal

Foram realizadas determinações de proteínas, lipídeos, umidade, carboidratos e cinzas na matéria prima, conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2004). A umidade foi determinada pelo método de secagem em estufa a 105 °C; os lipídeos pelo método de extração com éter de petróleo, o teor de proteínas pelo método de Kjeldahl, utilizando como fator de conversão 6,25; as cinzas por incineração em mufla a 550 °C. Os carboidratos foram determinados por diferença entre o total de amostra (100 %) e a proporção de lipídeos, cinzas, proteínas e umidade (ANVISA, 2003).

3.2.3. Análise do perfil de carboidratos

A quantificação do teor de FOS e inulina nas raízes tuberosas foi realizada por meio de análise de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) com a utilização de um cromatógrafo (Várian, modelo Pró-Star 410, EUA) com detector de índice de refração e injetor automático, conforme metodologia descrita por Kaneco et al (1990). A coluna utilizada foi a

HPX 87P (BIO-RAD, EUA), com fase estacionária de chumbo. As condições cromatográficas utilizadas foram: fase móvel de água purificada, fluxo 0,6 ml/m e temperatura da coluna 85 °C.

3.3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.2.Caracterização físico-química da raiz de yacon

As determinações físico-químicas e de quantificação de carboidratos da raiz de yacon constataram valores de pH entre 5,20 e 5,71, atividade de água variando de 0,9917 e 0,9938 e sólidos solúveis entre 8,9 e 10 °Brix. Para composição centesimal, a raiz revelou proteínas (0,24 – 0,52 %), lipídeos (0 -0,06 %), cinzas (0,28 - 0,33 %), umidade (89,27 – 91,10 %) e carboidratos (8,29 - 10,12 %), sendo a glicose (0,85 – 3,64 %), a sacarose (0,56 – 1,05 %), a frutose (0,86 – 2,15 %) e os oligofrutanos do tipo FOS e inulina (1,67 – 7,23 %) os carboidratos mais representativos.

Os valores obtidos para as análises de composição físico-química, em base umida, da raiz tuberosa de yacon encontram-se apresentados na tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Caracterização Físico Química da Raiz de Yacon

DETERMINAÇÃO	BASE UMIDA N = 3	MICHELS, 2005	PEREIRA et al, 2013
pH	5,40 ± 0,30	5,32 ± 0,15	5,87 ± 0,06
Atividade de água	0,992 ± 0,640	0,991 ± 0,12	ND
Sólidos Solúveis	9,63 ± 0,0011	9,31 ± 0,93	15 ± 2,0
Fibra Alimentar	ND	0,75 ± 0,07	1,31 ± 0,08
Calorias	ND	34,74	ND

Umidade	90,25 ± 0,92	89,8 ± 1,92	87,52 ± 0,45
Proteínas	0,35 ± 0,15	0,45 ± 0,03	0,43 ± 0,05
Lipídeos	0,02 ± 0,03	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01
Cinzas	0,30 ± 0,03	0,34 ± 0,02	0,38 ± 0,04
Carboidratos	9,07 ± 0,94	8,12 ± 0,04	10,32 ± 0,4

A raiz de yacon pode ser caracterizada, com base nos estudos reportados até o momento, como um alimento ligeiramente ácido com pH de $5,57 \pm 0,27$, atividade de água é superior a 0,99 e sólidos solúveis de $11,31 \pm 3,19$ °Brix.

Conforme esquematizado na tabela 3.1, o estudo das características centesimais do yacon demonstra que este apresenta elevado teor de umidade ($97,19 \pm 1,46$) e carboidratos ($9,17 \pm 1,10$) e, em menores proporções, carrega proteínas ($0,41 \pm 0,05$), lipídeos ($0,04 \pm 0,02$) e cinzas ($0,34 \pm 0,04$).

Em relação aos principais carboidratos encontrados nas raízes, podem se apresentar em diferentes proporções dependendo da variedade do yacon (VALENTOVÁ et al, 2006), do seu estágio de desenvolvimento (ITAYA; CARVALHO; RIBEIRO, 2002), da temperatura de armazenamento (FUKAI et al, 1997) e, dentre outros fatores, da época de colheita da raiz, sendo a quantidade máxima de frutanos atingida com 31 a 35 semanas após o plantio (OLIVEIRA; NISHIMOTO, 2004).

3.4.CONCLUSÃO

O presente estudo possibilitou caracterizar a raiz de yacon como um alimento de pH ligeiramente ácido, atividade de água elevada e cuja composição centesimal é representada majoritariamente por umidade e carboidratos e, em menor proporção, por proteínas, lipídeos e cinzas, sendo que os resultados verificados estão de acordo com a literatura.

A quantificação de carboidratos nas raízes de yacon indicou presença de glicose, sacarose, frutose e, em maiores concentrações, frutanos do tipo FOS e inulina. A presença destes carboidratos prebióticos, cujas funções já são plenamente reconhecidas, permite indicar o yacon como um alimento a ser introduzido à dieta normal a fim de melhorar a qualidade de vida.

3.5.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 4^o edição, Washigton, 2001, 476 páginas, 2001.

CAMPOS, PALLARDEL, I.B.; CHIRINOS, R.; GALVEZ, A.A.; NORATTO, G.; PEDRESCHI, R.; Prebiotic effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl), a source of fructoligossacharides and phenolic compounds with antioxidant activity, **Food Chemistry**, v.135, p. 1592 – 1599, 2012.

CORZO, N.; ALONSO, J.N.; ASPIROZ, F.; CALVO, M.A.; CIRICI, M.; LEIS, R.; LOMBO, F.; APARICIO, I.M.; PLOU, F.J.; MADIEDO, P.R.; RUPEREZ, P.; CUENCA, A.R.; SANZ, M.L.; CLEMENTE, A. Prebióticos : conceptos, propiedades e efectos beneficiosos, **Nutrition Hospitalaria**, p.99 – 118, 2015. Supplement 1.

FERRARI, C.K.B.; TORRES, E.A.F.S.; Biochemical pharmacology of functional foods and prevention of chronic diseases of aging, **Biomedicine and Pharmacotherapy**, v.57, p. 251 – 260, 2003.

FERRUZZI, M.G.; PETERSON, D.G.; SINGH, R.P.; SCHWARTZ, S.J.; FREEDMAN, M.R. et al, Nutritional translation blended with food science: 21st century applications, **American Society from Nutrition**, v.3, p.813-818, 2012.

FUKAI, K.; OHNO, S.; GOTO, K.; NANKO, F.; HARA, Y. Seasonal fluctuations in fructan content and related enzyme activities in yacon (*Polymnia sonchifolia*), **Soil science and plant nutrition**, v.43, p. 171 – 177, 1997.

GITTELSOHN, J.; WOLEVER, T.M.S.; HARRIS, S.B.; GIRALDO, R.H.; HANLEY, A.J.G.; ZINMAN, B.; Specific patterns of food consumption and preparation are associated with diabetes and obesity in native canadian community, **Community and International Nutrition**, v.128, p.541 – 547, 1998.

HAWLEY, N.L.; SEIDEN, A.; SCHULZD, J.; VIALI, S.; QUESTED, C.; MCGARVEY, S.T.; Continuing trends toward obesity, diabetes and hypertension in Samoa : the role of nutrition transition, **American Journal of Physical Anthropology**, v. 144, p. 158 – 159, 2011. Supplement.

HERMANN, M.; FREIRE, I.; PAZOS, C.; Compositional diversity of the yacon storage roots, **CIP Program Report**, p. 425 – 432, 1998.

INPI- Instituto Nacional de Propriedade Industrial; patent pending, PI 1106621-0, 13/10/2011.

ITAYA, N.M; CARVALHO, A.M.; RIBEIRO, R.C.L.F; Fructosyl trnasferase and hydrolase activities in rizophores and tuberous roots upon growth of *Polymnia sonchifolia* (Asteraceae), **Physiologia Plantarum**, v. 116, p. 451 – 459, 2002.

KAISER, B.; BOUSKILL, K.; What predicts breast cancer rates ? Testing hypothesis of the demographic and nutrition transitions, **Journal of Population Research**, v.30, p.67 – 85, 2013.

KANAYMA, A.; TOKITA, N. & ASO, K. Dependence of fructoligosaccharides content of fructoligosaccharide metabolizing enzymes in yacon (*Smallanthus sonchifolia*) tuberous rout during storage, **Journal of Food Science**, v.72, p. 381-387, 2007. Supplement.

KANECO, T.; KUDO, T.; HORIKOSHI, K.; Comparasion of CD composition produced by chimeric CGTases, **Agricultural and Biological Chemistry**, v.54, p.197-201, 1990.

KOTOVICZ, V.; ELLENDERSEN, L.S.M.; CLARINDO, M.M.; MASSON, M.L.; Influence of process conition on the kinetics of the osmotic dehydration of yacon (*Polymnia sonchifolia*) in fructose solution, **Journal of Processin and Preservation**, v.38, p.1385-1397, 2014.

FONTES, A.C.L.; **Desenvolvimento e avaliação de bebida láctea tratada termicamente após fermentação**, Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 50 p., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

MICHELS, I. **Aspectos tecnológicos do processamento mínimo de tubérculos de yacon (*Polimnia sonchifolia*) armazenados em embalagens com atmosfera modificada**, Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 107p, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2005.

MONDINI, L.; MONTEIRO C.A. Mudanças no padrão de alimentação da população urbana brasileira (1962-1988), **Revista de Saúde Pública**, v.28, p.433-439, 2004.

NASCIMENTO, B.R.; BRANDT, L.C.C.; MORAES, D.N.; RIBEIRO, A.N.C.; Global health and cardiovascular disease, **Heart**, v.100, p. 1743 – 1749, 2014.

OLIVEIRA, M.A.; NISHIMOTO, E.K.; Avaliação do desenvolvimento de plantas de yacon (*Polymnia sonchifolia*) e caracterização dos carboidratos de reserva em HPLC, **Brazilian Journal of Food Technology**, v.7, p. 215-220, 2004.

PADLA, E.P.; SOLIS, L.T.; RAGASA, C.Y.; Antibacterial and antifungal properties of entkaurenoic acid from *Smallanthus sonchifolius*, **Chinese Journal of Natural Medicines**, v.10, p.408 – 414, 2012.

PAULA, H.A.A. **Efeito prebiótico de produto à base de Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) na modulação de indicadores da saúde óssea em ratas wistar**, 2013, 219p. Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

PEREIRA, J.A.R.; BARCELOS, M.F.C.; PEREIRA, M.C.A.; FERREIRA, E.B.; Studies of chemical and enzymatic characteristics of yacon (*Smallanthus sonchifolia*) and its flours, **Food Science and Technology**, v.33, p. 75 – 83, 2013.

POPKIN, B.M. Nutritional Patterns and Transitions, **Population and Development Review**, v.19, p. 138-157, 1993.

POPKIN, B.M. Urbanization, Lifestyle Changes and the Nutrition Transition, **World Development** Vol. 27, p. 1905-1916, 1999.

POPKIN, B.M, The Nutrition Transition and Obesity in the Developing World, In : Symposium: Obesity in Developing Countries: Biological and Ecological Factors, **Journal of Nutrition**, v.131, S871-S873, 2001.

RAFAEL, V.C. **Aspectos Funcionais e de Segurança de um Novo Produto a Base de Yacon (PBY)**, Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2013, 134p. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

RODRIGUES, F.C.; CASTRO, A.S.B.; RODRIGUES, V.C.; FERNANDES, S.A.; FONTES, E.A.F.; OLIVEIRA, T.T.; MARTINO, H.S.D.; FERREIRA, C.L.L.F.; Yacon flour and *Bifidobacterium longum* modulate bone health in rats, **Journal of Medicinal Foods**, v.15, p.664 – 670, 2011.

RODRIGUES, F.C.; CASTRO, A.S.B.; MARTINO, H.S.D.; FERREIRA, C.L.L.F.; Farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolia*) : produção e caracterização química, **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.70, 2011.

RODRIGUES, V.C. **Desenvolvimento, avaliação do índice glicêmico e aceitabilidade de um produto à base de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**, 2011, 64p. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

SANT'ANNA, M.S.L. **Efeito de um produto a base de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) na modulação da constipação intestinal**, 2013, 116p., Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

SANT'ANNA, M.S.L.; RODRIGUES, V.C.; ARAÚJO, T.F.; OLIVEIRA, T.T.; PELUZIO, M.C.G.; FERREIRA, C.L.L.F; **Yacon Based Product in Modulation of Intestinal Constipation, Journal of Medicinal Food**, 2015.

VALENTOVÁ, K.; LEBEDA, A.; DOLEZALOVA, I.; JIROVSKY, D.; SIMONOVSKA, B.; VOVK, I.; KOZINA, P.; GASMANOVÁ, N.; DZIECHCIARKOVA, M.; ULRICHOVÁ, J.; **The biological and Chemical Variability of yacon, Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p. 1347 -1352, 2006.

VASCONCELOS, C.M.; SILVA, C.O; TEIXEIRA, L.J.Q; CHAVES, J.B.P; MARTINO, H.S.D., **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, Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.69, p.188-93, 2010.

VILHENA, S.M., CÂMARA, S.L.A., TAKIHARA, S.T. **O cultivo de yacon no Brasil, Horticultura Brasileira**, v. 18, 2000.

World Health Organization (WHO), **Diet, Nutrition and Prevention of Chronic Diseases. Report FAO/WHO Expert Consultation, Gêneva : WHO (2003). (WHO Technical Report Series 916)**. Disponível em <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/trs916/en/>. Acesso em agosto de 2014.

YAN, X.; SUZUKI, M.; KAMEYAMA, M.O.; SADA, Y.; NAKANISHI, T.; NAGATA, T.; **Extraction and Identification of Antioxidants on the roots of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.47, p. 4711 – 4713, 1999.

4 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO PRODUTO A BASE DA RAIZ DE YACON E ESTUDO DE ESTABILIDADE DURANTE O ARMAZENAMENTO

4.1.INTRODUÇÃO

Os frutanos são polissacarídeos caracterizados como polímeros de frutose com uma glicose terminal, sendo as unidades sacarídicas unidas por ligações do tipo β (2-1) (VALENTOVÁ et al, 2006). São também considerados importantes carboidratos de reserva cujo metabolismo está associado a resistência a condições de estresse, bem como a diversos processos fisiológicos, suprindo as necessidades energéticas quando a fotossíntese é insuficiente (VERSPREET, 2013).

O metabolismo de frutanos é catalisado por um complexo multienzimático responsável pela síntese e degradação destes carboidratos. O processo de síntese envolve a participação de duas enzimas, sendo elas a sacarose frutanosiltransferase (1-SST), responsável pela transferência de um resíduo de frutose da sacarose para uma segunda molécula de sacarose, levando a formação do trissacarídeo 1-kestose; e a frutano-frutanosiltransferase (1-FFT), que catalisa o alongamento das cadeias pela transferência de resíduos de frutose (EDELMAN; JEFFORD, 1968). No processo de degradação dos oligofrutanos, catalisado pela enzima frutano-exohidrolase (1-FEH), ocorre a despolimerização das cadeias até a molécula terminal de sacarose que, posteriormente, pode ser quebrada em glicose e frutose pela ação de invertases (FUKAI, 1997).

Oligofrutanos prebióticos, dentre os quais os frutoligosacarídeos do tipo FOS e inulina, são encontrados em uma grande variedade de alimentos, dos quais destaca-se a raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolia*), cujo consumo regular relaciona-se a diversos efeitos positivos associados a promoção da saciedade (SCHEID, 2013), melhoria dos sintomas de constipação intestinal (SANT'ANNA et al, 2015), a melhoria da biodisponibilidade de minerais (LOBO et al, 2011), a diminuição dos níveis de glicose sanguínea (OLIVEIRA et al, 2013) e, entre outros, a manutenção da eubiose (VELEZ et al, 2013).

Apesar dos diversos benefícios relacionados a promoção da saúde, o elevado percentual de água presente nas raízes ($a_w > 0,99$) associado a presença de enzimas oxidativas, torna o yacon um alimento altamente perecível, cujo consumo limita-se a, aproximadamente, sete dias

(SEMINARIO; VALDERRAMA; MANRIQUE, 2003; MICHELS, 2005). Para aumentar sua estabilidade e disponibilizar seus efeitos funcionais de forma perene, o yacon pode ser processado industrialmente por meio da utilização de diversas tecnologias, das quais destacam-se acidificação, desidratação, concentração, adição de solutos e, dentre outros, os métodos combinados de barreiras (SOUZA FILHO et al, 1999).

O produto a base de yacon (PBY) foi recentemente desenvolvido por meio da concentração da raiz in natura com emprego de tecnologia de obstáculos que, para o PBY, consiste na aplicação dos métodos combinados acidificação e redução da atividade de água por emprego de calor, o que possibilita aumentar sua vida útil pela inativação de enzimas e inibição do crescimento microbiano (RODRIGUES, 2011).

A vida útil de um alimento corresponde ao período em que este mantém seus padrões físico químicos, microbiológicos, sensoriais e permanece seguro para o consumidor (MCMEEKIN; ROSS, 1996). Por se tratar de um novo alimento, ainda não existem estudos relacionados a caracterização e estabilidade do PBY durante a estocagem e, nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo avaliar os aspectos relacionados às características físico químicas e microbiológicas do produto recém processado (tempo zero) e armazenado sob diferentes binômios de tempo e temperaturas.

4.2.METODOLOGIA

As raízes do yacon, provenientes do CEASA/Belo Horizonte, foram obtidas no mercado local em três ocasiões diferentes (abril, julho e setembro de 2015), sendo posteriormente selecionadas, lavadas, descascadas, fatiadas e processadas, segundo protocolo descrito por RODRIGUES (2011), na planta piloto do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa. Em seguida, foram acondicionadas em embalagens de vidro com tampa recravável.

Para caracterizar e avaliar o comportamento do PBY ao longo do armazenamento, análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas nos tempos de 0, 30, 60, 120 e 180 dias, sendo que, para o produto avaliado ao longo da estocagem, foram utilizadas temperaturas de congelamento (- 18 °C), refrigeração (10 °C) e ambiente (25 °C) como condições de armazenamento. O processo foi realizado em três repetições entre os meses de maio de 2014 e março de 2015.

4.2.1. Rendimento do PBY

Para o cálculo do rendimento, foram utilizados três lotes de yacon processados nos meses de abril, julho e setembro de 2014. As raízes de yacon foram selecionadas, pesadas e, em seguida, processadas para a elaboração do PBY. As cascas também foram pesadas em balança digital para o cálculo do percentual de rendimento do produto.

4.2.2. Análises físico-químicas

As determinações de pH, atividade de água e sólidos solúveis foram realizadas seguindo metodologia sugerida pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O pH foi aferido com pHmetro digital (Bell Engineer, w3d), a atividade de água foi determinada a temperatura ambiente utilizando medidor aqualab (Decaton 3T, Decaton Devices Inc., USA) e a determinação de sólidos solúveis com refratômetro portátil (Instrutemp).

4.2.3. Análise da composição química e centesimal

A análise da composição centesimal do PBY em termos de proteínas, lipídeos, umidade, carboidratos e cinzas foi realizada conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A umidade foi determinada pelo método de secagem em estufa a 105°C; os lipídeos pelo método de extração com éter de petróleo, o teor de proteínas pelo método de Kjeldahl, utilizando como fator de conversão 6,25; as cinzas por incineração em mufla a 550°C. Os carboidratos foram determinados por diferença entre o total de amostra (100%) e a proporção de lipídeos, cinzas, proteínas e umidade.

A quantificação do teor de FOS e inulina foi realizada por meio de análise de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) pelo cromatógrafo (Várian, modelo Pró-Star 410, EUA) com detector de índice de refração e injetor automático, conforme metodologia descrita por Kaneco et al (1990). A coluna utilizada foi a HPX 87P (marca BIO-RAD, EUA), com fase estacionária de chumbo. As condições cromatográficas utilizadas foram: fase móvel de água purificada, fluxo 0,6 ml/m e temperatura da coluna 85°C.

A amostra foi diluída (1g em 100 mL de água destilada), centrifugada a 12000 rpm e em seguida filtrada em membrana de 0,22 µ de porosidade e 13 mm de diâmetro em PVDF (Millepore, Massachusetts). Em seguida injetou-se a amostra no equipamento para geração de

uma seqüência de picos que foram comparados com as curvas padrões (sacarose, frutose, glicose, FOS e inulina). Por comparação de tempos de retenção e área dos picos foi feita a identificação e quantificação dos compostos.

4.2.4. Análises microbiológicas

Para a análise microbiológica, porções de 25 gramas de PBY foram homogeneizadas em 225 ml de água peptonada 0,1 % (diluição de 10^{-1}) e preparadas diluições decimais subsequentes. Posteriormente, foram realizadas análises para quantificação de mesófilos aeróbios, anaeróbios totais, fungos e leveduras seguindo metodologia descrita em American Public Health Association (APHA, 2001). Também foram avaliados coliformes totais e E.coli por meio da utilização de placas de Petrifilm EC (3M Company, St. Paul, MN, EUA).

4.2.4.1. Enumeração de micro-organismos mesófilos aeróbios e anaeróbios facultativos

A enumeração de micro-organismos mesófilos aeróbios e anaeróbios facultativos se deu por meio do emprego da técnica Pour Plate (plaqueamento em profundidade) em placas de petri, com a utilização de meio Plate Count Agar (PCA), seguida da incubação a 35 °C por 48 horas (APHA, 2001), entretanto, foram consideradas para as contagens o número de colônias encontrado na placa.

4.2.4.2. Enumeração de micro-organismos anaeróbios

A enumeração de micro-organismos anaeróbios se deu por meio do emprego da técnica Pour Plate (plaqueamento em profundidade) em placas de petri, com a utilização do meio de cultura Wilkins-Chalgren (WC), seguida de incubação a 35 °C por 48 horas (APHA, 2001) entretanto, foram consideradas para as contagens o número de colônias encontrado na placa.

4.2.4.3. Enumeração de fungos filamentosos e não filamentosos

A enumeração de fungos filamentosos e não filamentosos se deu por meio do emprego da técnica Spread Plate (plaqueamento em superfície) em placas de petri, com a utilização do

meio de cultura Potato Dextrose Agar (PDA) acidificado com 1 % (v/v) de ácido tartárico 10 % (pH 3,5), seguida de incubação a 25 °C por 3 – 5 dias (APHA, 2001) entretanto, foram consideradas para as contagens o número de colônias encontrado na placa.

4.2.4.4. Enumeração de Escherichia coli e coliformes totais

As placas Petrifilm 3 M para contagem de coliformes contém nutrientes do meio Vermelho Bile Ágar (VRB), um agente gelificante solúvel em água fria e um indicador tetrazólico que facilita a enumeração de colônias. O crescimento de coliformes nas placas leva a produção de ácido, fazendo com que a cor do gel se torne vermelho mais escuro.

A enumeração de Escherichia coli se deu por meio da utilização de placas 3 M Petrifilm (3M, USA), que contém nutrientes do meio Vermelho Violeta Bile, um agente gelificante solúvel em água fria, um indicador de atividade glicuronidásica e um indicador que facilita a identificação e enumeração de colônias. Estirpes de E. coli são capazes de produzir beta glicuronidase, que forma um precipitado azul quando associado a colônia.

Para determinação de coliformes e E. coli, as placas de Petrifilm EC contendo diluições seriadas do PBY foram incubadas a 35 °C por 24 e 48 horas, sendo realizada a leitura após 24 horas para identificação de coliformes e após 48 horas para E. coli.

4.2.4. Delineamento Experimental e Análise Estatística

O experimento foi realizado segundo modelo de parcelas subdividas com três níveis de temperaturas nas parcelas, sendo uma de congelamento (- 18 °C), uma de refrigeração (10 °C) e uma ambiente (25 °C) e cinco tempos nas subparcelas (0, 30, 60, 120 e 180 dias).

Para avaliação da variação das propriedades físico químicas e centesimais do PBY, utilizou-se o método não paramétrico de Jonckheere-Terpstra para comparação de múltiplas amostras independentes ao longo dos diferentes tempos de armazenamento ordenados de forma crescente (T30, T60, T120 e T180 dias) com comparações estratificadas para as três diferentes temperaturas de estocagem. As variações de carboidratos nos diferentes tempos e temperaturas foram avaliadas de forma independente através do mesmo método. Quando necessário, utilizou-se o método não paramétrico de Mann-Whitney para comparação de pares de medianas nos teores de carboidratos. A caracterização microbiológica foi apresentada através da média

geométrica das UFC/mL segundo diferentes condições de armazenamento. Todas as análises foram realizadas no software SPSS Statistics 17.0, assumindo-se um nível de significância de 5%.

4.3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1.Rendimento do produto a base de yacon

O processamento do PBY proporcionou um percentual de rendimento médio de 17,76 %, conforme indicado na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Percentual de Rendimento resultante do processamento do PBY

	Yacon in Natura (Kg)	Casca (Kg)	Quantidade Processada (Kg)	Quantidade de Produto (Kg)	Fator de Rendimento (%)
Rendimento 1	13,75	1,79	11,96	2,58	21,57
Rendimento 2	10,76	1,43	9,33	1,54	17,00
Rendimento 3	11,48	2,32	9,46	1,73	14,72
Média/Desvio Padrão	12,00 ± 1,56	1,84 ± 0,45	10,25 ± 1,48	1,95 ± 0,55	17,76 ± 3,49

Os resultados obtidos estão de acordo com o que foi verificado por Rodrigues (2011), que observou rendimento entre 14,4 % e 22,5 % para o processamento do PBY, com média de 18,62 %. Os valores encontrados podem ser explicados pelo elevado teor de umidade da matéria prima, que é perdida durante a concentração (RODRIGUES et al, 2011).

Ainda que apresente um rendimento baixo, a produção do PBY se torna interessante por tratar-se de um alimento prebiótico que pode ser inserido no mercado com elevado valor agregado. Contudo, para tornar sua produção viável em larga escala e disponibiliza-lo a população como um alimento funcional, mais estudos se fazem necessários visando caracterizar sensorialmente o PBY por meio de testes descritivos, avaliar seus aspectos de mercado e difundir o conhecimento relacionado aos produtos processados a partir da raiz de yacon.

4.3.2. Caracterização físico-química do produto a base de yacon recém processado e ao longo do período de estocagem

O PBY recém produzido apresentou valores de atividade de água entre 0,9150 e 0,9521 e pH baixo, variando entre 3,28 e 3,69. Em relação aos sólidos solúveis, foram obtidos valores de 47 a 67,5 °Brix. Para a composição centesimal, o processamento do PBY propiciou valores de umidade (44,86 – 66,38 %), lipídeos (0 – 0,7 %), proteínas (2,11 – 2,81 %), cinzas (1,15 – 1,91 %) e carboidratos (29,67 – 51,13 %). Os resultados avaliados conferem com o que encontra-se reportado na literatura, conforme apresentado na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Caracterização físico química do PBY recém processado segundo diferentes estudos

DETERMINAÇÃO	Média e Desvio Padrão	RODRIGUES (2011)	RAFAEL (2013)	SANT'ANNA (2013)
Atividade de água	0,93 ± 0,02	ND	0,937	ND
Sólidos Solúveis (°Brix)	57,30 ± 9,20	ND	44,3	ND
pH	3,45 ± 0,16	ND	3,91	ND
Cinzas (%)	1,38 ± 0,30	2,55±1,28	0,51	0,42
Proteínas (%)	2,34 ± 0,28	1,84±-0,25	0,32	0,5
Lipídeos (%)	0,252 ± 0,330	0,14±0,17	0	0,21
Umidade (%)	52,38 ± 8,47	53,08±11,57	60,66	69,8
Carboidratos (%)	43,65 ± 8,36	42,7±12,11	38,51	29,07
Frutose (%)	8,3 ± 3,35	17,15±3,07	12,6	ND
Glicose (%)	3,98 ± 1,77	4,02±1,02	9,4	ND
Sacarose (%)	4,95 ± 1,01	6,95±2,17	10,08	ND
Oligofrutanos (%)	24,71 ± 9,44	23,62±3,86	9,24	14,54

Os resultados encontram-se expressos pelas médias de três repetições técnicas independentes

Os principais carboidratos obtidos para o PBY foram frutose (5,18 – 12,20 %), glicose (3,3 – 6,8 %), sacarose (2,33 – 4,78 %) e os oligofrutanos do tipo FOS e inulina (12,43 – 38,42 %). Pode ser observado pela figura 4.1 a concentração dos carboidratos no PBY quando comparados a raiz in natura.

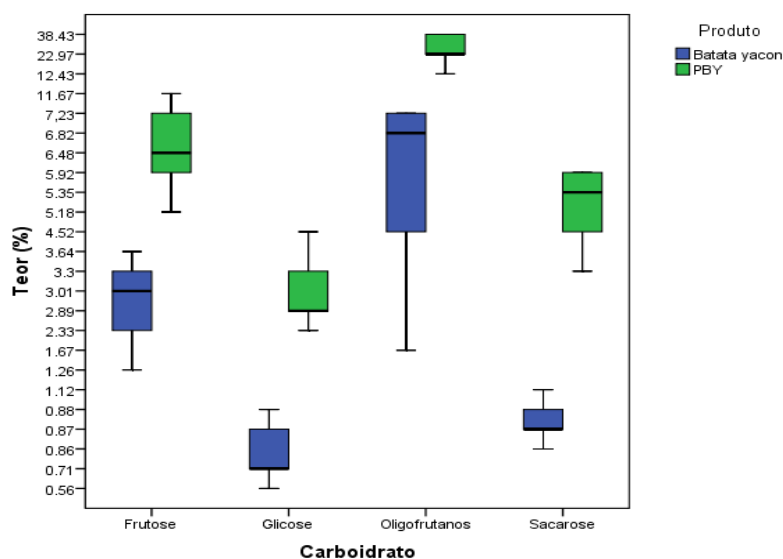


Figura 4.1 – Valores máximos, mínimos e de mediana obtidos para a raiz de yacon e PBY recém processado

Observa-se que os teores de oligofrutanos aumentaram cerca de três vezes, tendo a raiz valores de mediana de 6,82 % e, o produto pronto, valores de 22,97 %. Esta concentração dos componentes prebióticos propicia um alimento prático que pode ser consumido em pequenas quantidades para acarretar funcionalidade.

Os resultados referentes as análises físico-químicas do PBY estão de acordo com o estudo de RAFAEL (2013), que verificou atividade de água de 0,937, pH de 3,91 e 44,3 °Brix para sólidos solúveis, estando estes valores próximos ao que foi constatado no presente estudo.

Os dados obtidos para caracterização centesimal conferem com o estudo de RODRIGUES (2011), que verificou 53,08 % de umidade, 2,55 % de cinzas, 1,84 % de proteínas, 0,14 % de lipídeos e 42,7 % de carboidratos no PBY recém produzido. Para a quantificação de carboidratos, verificou-se 4,02 % de glicose, 6,95% de sacarose, 17,15 % de

frutose e 13,75 % de oligofrutanos do tipo FOS e inulina, sendo os valores de frutose superiores ao que foi obtido no presente estudo.

RAFAEL (2013) também avaliou as características físico químicas e centesimais do PBLY e obteve valores de 60,66 % para umidade, 0,32 % para proteínas e 0,51 % para cinzas e 38,51 % de carboidratos, sendo 9,40 % de glicose, 10,08 % de sacarose, 12,6 % de frutose e 9,24 % de oligofrutanos do tipo FOS e inulina, sendo estes valores próximos ao que foi obtido no presente estudo.

Ao longo do período de estocagem estudado, os valores obtidos para atividade de água, proteínas, carboidratos totais, cinzas e umidade mantiveram-se próximos ao que foi encontrado no PBLY recém processado, sendo as medianas obtidas para as análises físico-químicas resumida na tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Valores médios obtidos para as determinações físico químicas ao longo da estocagem

Parâmetro	Temperatura (°C)	Tempo (dias)			
		30	60	120	180
pH	-18	3,50	3,64	3,53	3,56
	10	3,61	3,53	3,57	3,54
	25	3,61	3,35	3,96	4,19
Aw	-18	0,9423	0,9399	0,9386	0,9452
	10	0,9452	0,9423	0,9447	0,9461
	25	0,9463	0,9455	0,9469	0,9461
Sólidos Solúveis (°Brix)	-18	51,00	54,00	52,00	55,00
	10	53,00	53,00	54,00	55,00
	25	55,00	59,00	58,00	62,00
Proteínas (%)	-18	2,05	2,55	2,33	2,46
	10	2,20	2,26	2,39	2,20
	25	2,36	2,55	2,55	2,42
Lipídeos (%)	-18	0,30	0,00	0,00	0,00
	10	0,00	0,07	0,00	0,00
	25	0,04	0,01	0,00	0,00
Carboidratos (%)	-18	48,67	46,56	46,51	44,46
	10	48,45	44,73	45,22	43,20
	25	47,09	45,98	43,85	43,67
Cinzas (%)	-18	1,78	1,99	1,61	1,75
	10	1,79	2,06	1,67	1,45
	25	1,77	1,56	1,40	1,88
Umidade (%)	-18	47,68	50,14	49,51	51,39
	10	48,36	52,11	51,49	51,04

25 48,87 50,92 52,32 52,08

Os valores encontram-se expressos pelas medianas de três repetições técnicas independentes.

Ao longo dos 180 dias, o PBY não apresentou variação significativa nas determinações de pH, atividade de água, proteínas, umidade, carboidratos totais e cinzas ($p > 0,05$) independente da temperatura de armazenamento, contudo, foram constatadas diferenças significativas para os dados obtidos para as determinações de lipídeos e sólidos solúveis totais ($p < 0,05$) nas temperaturas de refrigeração e ambiente para lipídeos e ambiente para sólidos solúveis totais, sendo que esses dados se encontram sintetizados na tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Variação estatística segundo Jonckheere-Terpstra ao longo do tempo de estocagem para as temperaturas -18, 10 e 25°C

Temperatura	Estatística	Parâmetro							
		pH	Aw	Sólidos solúveis	Proteínas	Lipídeos	Carboidratos	Cinzas	Umidade
-18°C	St J-T*	0,142	0,569	1,427	1,211	-2,534	-0,569	0,570	0,426
	P	0,887	0,570	0,154	0,226	0,011	0,570	0,569	0,670
10°C	St J-T	0,284	0,711	1,364	-0,785	-1,601	-0,285	-0,500	0,000
	P	0,776	0,477	0,173	0,432	0,109	0,776	0,617	1,000
25°C	St J-T	1,563	0,995	1,998	-0,071	-2,785	-0,426	0,783	0,142
	P	0,118	0,320	0,046	0,943	0,005	0,670	0,433	0,887

Sumarização dos dados relacionados ao teste de Jonckheere-Terpstra para quatro categorias temporais ordenadas sequencialmente (T30, T60, T120, T180 dias) considerando-se um n=12 determinações para cada parâmetro por temperatura avaliada. *Valor da estatística J-T padronizada.

A tabela 4.4 mostra que, para os valores obtidos nas determinações de lipídeos, o método estatístico acusou variação significativa entre as amostras ao longo do armazenamento no PBY estocados sobre temperatura ambiente ($p = 0,005$) e de congelamento ($p = 0,011$), entretanto, o PBY estocado a 10 °C não sofreu variação significativa no teor de lipídeos ao longo do tempo ($p = 0,109$). Esta possível diferença nos valores obtidos para a quantificação de lipídeos pode estar relacionada com a metodologia utilizada, já que para produtos ricos em proteínas, carboidratos e umidade e que contenham lipídeos apenas como elementos traços, este método não detecta de forma eficiente este nutriente (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Na análise dos parâmetros físico-químicos, a atividade de água e o pH não variaram significativamente ao longo dos 180 dias. Contudo, para as amostras estocadas a temperatura ambiente, constatou-se um aumento não significativo nos valores de pH no decorrer do armazenamento, sendo que este aumento mais acentuado não foi verificado nas demais condições (figura 4.2).

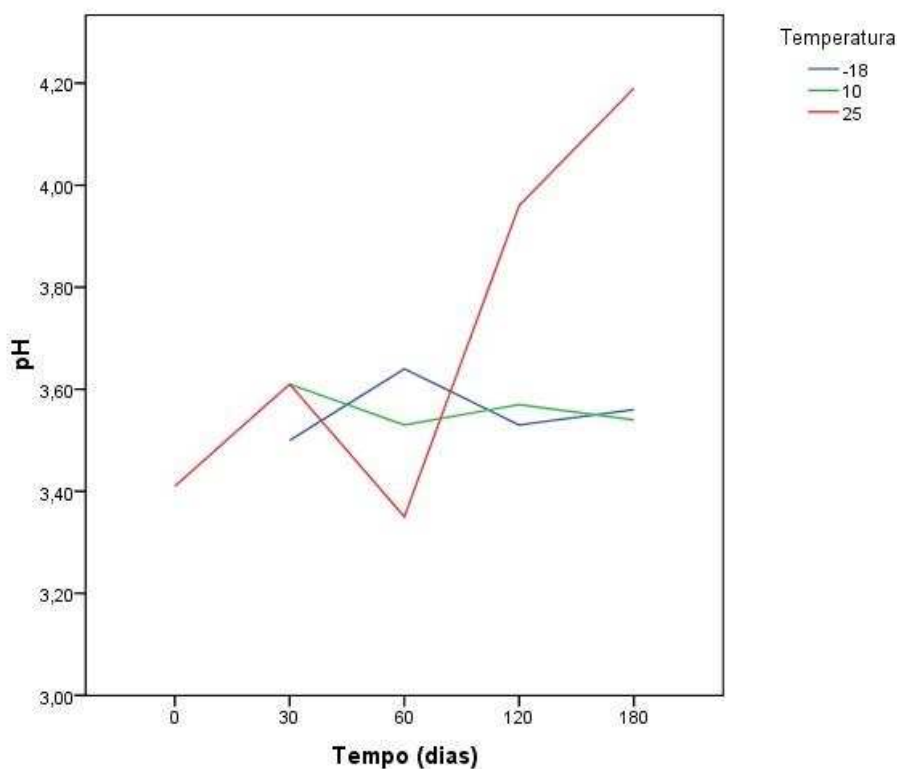


Figura 4.2 – Variação dos valores aferidos para pH no PBY ao longo dos 180 dias

Como pode ser observado pela figura 4.2, a variação no pH para as amostras mantidas sob temperaturas de refrigeração e congelamento foi menor quando comparada as amostras estocadas sob temperatura ambiente. Esta diferença pode estar relacionada a maior incidência de micro-organismos, principalmente fungos e leveduras, no PBY estocado a 25 °C. Sugere-se que estes micro-organismos são capazes de fermentar carboidratos e ácidos orgânicos presentes, o que pode acarretar no aumento do pH do meio e na produção de acetaldeído, gerando o aparecimento de um odor fermentado (UBOLDI, 1989).

Para a variação de sólidos solúveis (Figura 4.3), os resultados obtidos ao longo do armazenamento das amostras sob temperaturas de - 18 °C e 10 °C revelaram uma tendência

não significativa de aumentar gradativamente durante os 180 dias de estocagem e, para as amostras estocadas sob temperatura ambiente esta variação mostrou-se significativa ($p = 0,046$).

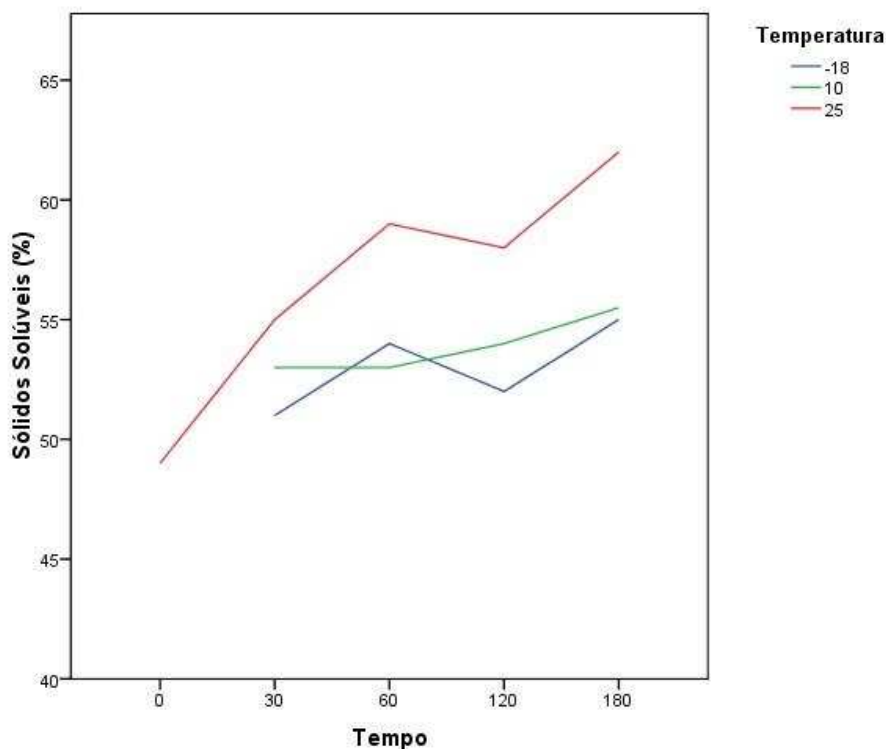


Figura 4.3 – Variação nos valores encontrados para sólidos solúveis no PBY aferidos ao longo de 180 dias

Ao longo do período estudado, as amostras mantidas nas três temperaturas apresentaram um aumento gradativo na proporção de sólidos solúveis totais. Entretanto, no produto estocado sob temperatura ambiente, esta variação foi mais acentuada e foram obtidos valores entre 55 °Brix (30 dias de armazenamento) e 62 °Brix (180 dias de armazenamento). Segundo a estatística J-T padronizada no teste de Jonckheere-Terpstra este aumento no teor de sólidos solúveis é proporcional ao tempo (+1,998, conforme tabela 4.2).

Sugere-se que a elevação no percentual de sólidos solúveis durante a estocagem pode estar correlacionada com o fenômeno de degradação das cadeias de oligofrutos, resultando na elevação dos teores de frutose solúvel. Cabe salientar que a temperatura de armazenamento afeta diretamente a despolicimerização dos frutanos e modifica a proporção dos diferentes

carboidratos sendo que, na temperatura ambiente, estas transformações bioquímicas tendem a ser mais intensas (ASAMI et al, 1991; DOO et al, 2000).

4.3.3. Variação da composição de carboidratos durante a estocagem

Ao longo do período de armazenamento avaliado, foi constatado efeito do tempo e da temperatura sobre o perfil de carboidratos do PBY. A influência temporal mostrou-se significativa para variação de frutose ($p = 0,001$), que aumentou proporcionalmente ao tempo ao longo do período de estocagem ($st\ J-T = 3,415$), enquanto os teores de inulina diminuíram significativamente ao longo dos 180 dias ($p = 0,004$; $st\ J-T = 2,913$). No que se refere à temperatura, ocorreu um aumento significativo na degradação de glicose ($p = 0,031$), sacarose ($p = 0,004$) e FOS ($p = 0,026$). Os oligofrutanos não sofreram variação significativa em nenhum dos dois parâmetros de acordo com as condições experimentais propostas e metodologia utilizada (tabela 4.5).

Tabela 4.5 – Variação da estatística segundo teste de Jonckheere-Terpstra para carboidratos em diferentes tempos e temperaturas de armazenamento.

Variável	Estatística	Glicose	Sacarose	Frutose	Oligofrutanos	FOS	Inulina
Tempo	st J-T*	-1,186	1,609	3,415	-1,411	0,177	-2,913
	P	0,236	0,108	0,001	0,158	0,859	0,004
Temperatura	st J-T	-2,162	-2,887	-0,914	-1,741	-2,228	-0,132
	P	0,031	0,004	0,361	0,082	0,026	0,895

Sumarização dos dados relacionados ao teste de Jonckheere-Terpstra para quatro tempos e temperaturas ordenados sequencialmente (T30, T60, T120, T180 dias e T-18°C, T10°C, T25°C) considerando-se um $n = 33$ para FOS e inulina e $n = 36$ para os demais carboidratos. *Valor da estatística st J-T padronizada.

Apesar de não ter sido constatado efeito significativo do tempo e da temperatura ao longo do período de estocagem para o percentual de oligofrutanos no teste de Jonckheere-Terpstra, observou-se uma tendência à sua degradação gradual ao longo do tempo. A análise da figura 4.4 permite observar que o fenômeno de degradação dos oligofrutanos ocorreu em todas as temperaturas ao longo do armazenamento, entretanto, foi mais intensa nas amostras armazenadas a 25 °C, onde os níveis de FOS e inulina oscilaram entre valores médios de 16,39 % (30 dias) e 9,39 % (180 dias).

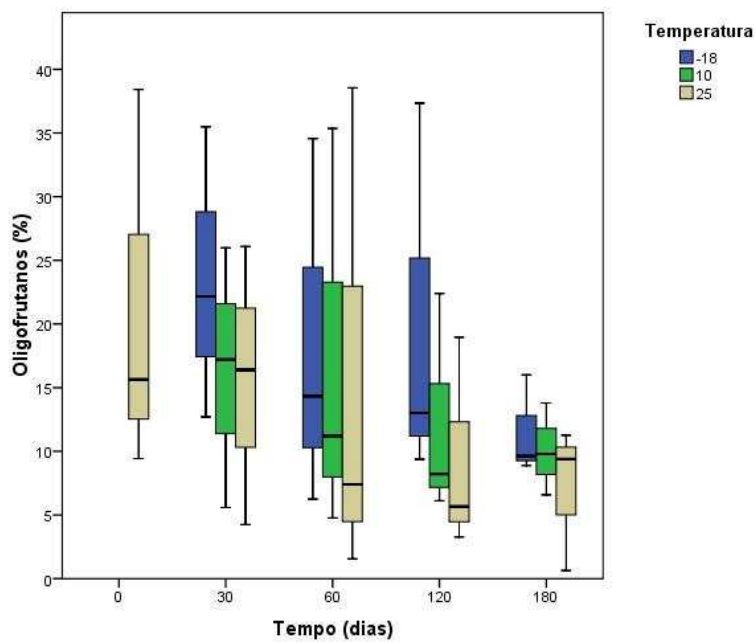


Figura 4.4 – Valores máximos, mínimos e de mediana dos teores de FOS e Inulina no PBV ao longo da estocagem por 180 dias

A aparente contradição evocada pela variação não significativa dos oligofructanos pode ser explicada pela própria metodologia de cálculo proposta pelo teste de Jonckheere-Terpstra que, segundo Bewik, Cheek e Ball (2004), avalia se as medianas de um dado sistema variam de forma ordenada em uma direção particular. No presente experimento, esta ordenação avalia se os teores diminuem ou aumentam gradativamente ao longo do tempo.

Quando tomada a variação do teor de oligofructanos ao longo do tempo para as temperaturas T10 e T25, nota-se que a queda gradual observada do tempo 30 ao 120 é quebrada por um aumento aparente na mediana para o tempo 180. Este aumento aparente ocorre dentro da variância esperada para o sistema e representa provável oscilação inerente à metodologia de detecção dos oligofructanos, contudo é suficiente para produzir um viés de ordenação das medianas capaz de gerar o valor de p encontrado (0,082). Quando as medianas dos tempos inicial e final são comparadas diretamente através do teste de Mann-Whitney, obtém-se uma diferença significativa entre os valores observados de 16,39 % (30 dias) e 9,39 % (180 dias) ($p = 0,047$).

A diminuição nos teores de fructanos foi contínua ao longo do armazenamento sugerindo que quanto maior o tempo de estocagem, menor o percentual de fibras prebióticas. Para apresentar em sua rotulagem alegação de propriedade funcional ou de saúde, a ANVISA

determina que o alimento apresente um mínimo de 3 g de FOS e inulina a cada 100 g de produto sólido.

Ao longo dos 180 dias, as amostras estocadas sob temperatura de refrigeração e congelamento mantiveram-se dentro da especificação exigida. Todavia, quando o PBY foi armazenado sob temperatura ambiente, apresentou concentração de oligofrutanos abaixo da especificação mínima a partir de 60 dias de armazenamento, permitindo aferir que menores temperaturas permitem a manutenção das características funcionais do produto por maior período de tempo.

Em relação aos monossacarídeos e dissacarídeos presentes, foi constatado aumento significativo nos teores de frutose ao longo do tempo de estocagem ($p = 0,001$; st J-K = 3,415), enquanto os valores obtidos para glicose ($p = 0,031$; st J-T = - 2,162) e sacarose ($p = 0,004$; st J-T = - 2,887) diminuíram significativamente sob influência das temperaturas. A análise gráfica da variação de carboidratos ao longo dos 180 dias podem ser visualizadas nas figuras 4.6 a 4.8.

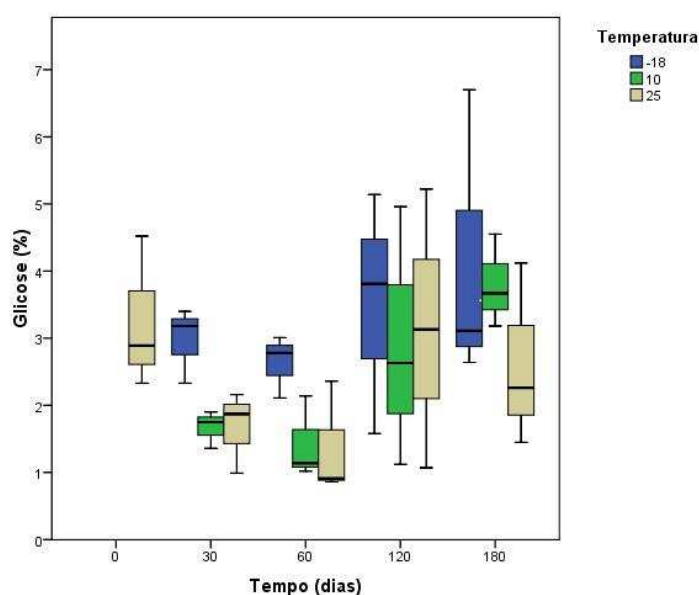


Figura 4.5 – Valores máximos, mínimos e de mediana dos teores de glicose no PBY ao longo da estocagem por 180 dias.

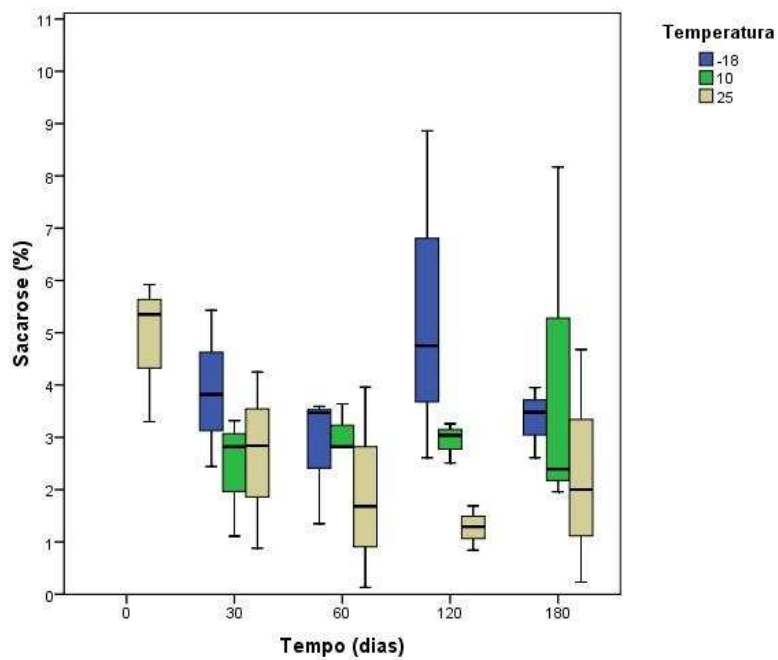


Figura 4.6 – Valores máximos, mínimos e de mediana para os teores de frutose do PBY ao longo da estocagem por 180 dias

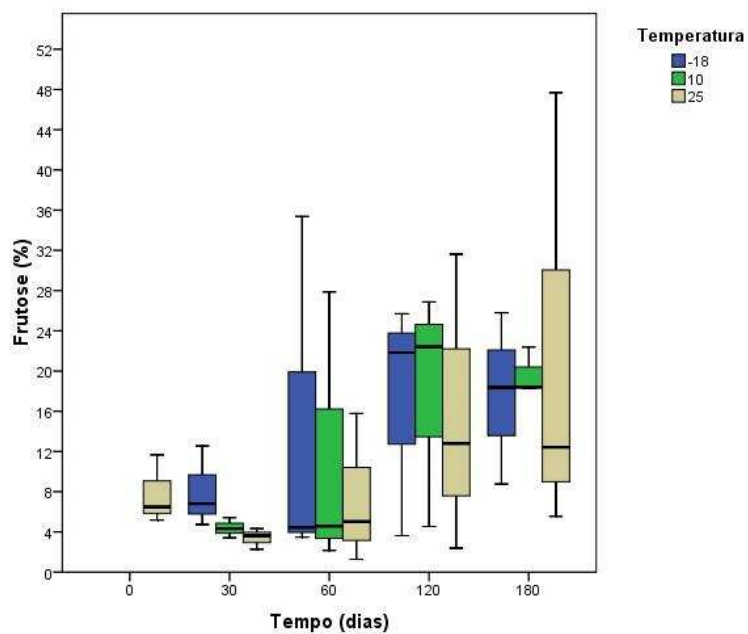


Figura 4.7 – Valores máximos, mínimos e de mediana para os teores de glicose do PBY ao longo de 180 dias de estocagem.

A representação gráfica referente a análise de monossacarídeos e dissacarídeos ao longo da vida útil (figuras 4.5 - 4.7) permite observar a variação nos níveis de glicose, sacarose e frutose, que acompanha o processo de despolimerização dos oligofrutanos. Para a glicose e sacarose, foi observada influência da temperatura sobre os níveis destes carboidratos, entretanto, o tempo de estocagem não foi significativo. Para a frutose, em contrapartida, ocorreu um aumento gradativo ao longo dos 180 dias em todas as temperaturas. A variação nos níveis de frutose e oligofrutanos ocorre ao longo de todo o período de estocagem estudado (figura 4.9).

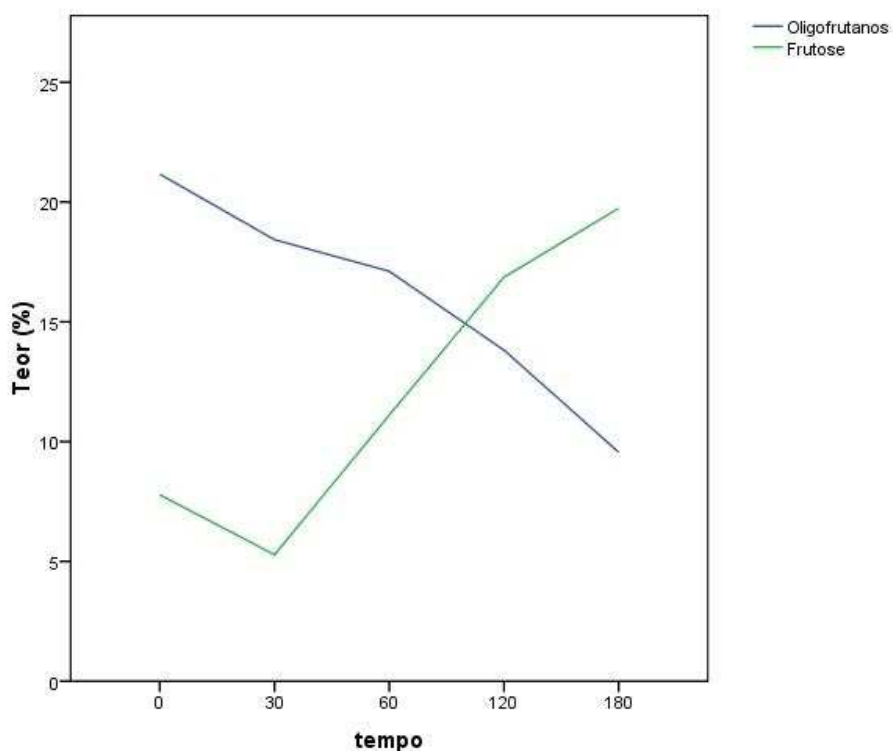


Figura 4.8 – Relação entre o aumento médio nos níveis de frutose e redução média nos níveis de frutanos (FOS + inulina) para o PBY.

Sugere-se que o aumento dos níveis de frutose pode ser explicado pela presença de enzimas de despolimerização, que catalizam reações bioquímicas que levam a degradação das cadeias de carboidratos em unidades sacarídicas menores. Estas enzimas compreendem a frutano 1-exohidrolase, responsável por despolimerizar as cadeias de oligofrutanos acarretando no aumento nos teores de frutose; e a invertase, responsável por degradar a sacarose em glicose e frutose livres (KANAYAMA; TOKIDA; ASO, 2007).

4.3.4. Caracterização microbiológica do PBY recém processado e ao longo da vida útil

Por ter sido recentemente desenvolvido, ainda não constam informações na legislação brasileira quanto aos limites tolerados para o crescimento microbiano e, em decorrência disso, foram realizadas análises para micro-organismos aeróbios, mesófilos anaeróbios, fungos filamentosos e não filamentosos, coliformes e E. coli.

A análise microbiológica do PBY (tempo 0) não apresentou contagens para os micro-organismos testados e esta ausência pode ser justificada pelas etapas do processamento que, para este alimento, envolveu a utilização de ácidos orgânicos, a aplicação de tratamento térmico (75 – 95 °C) e a redução da atividade de água.

Fazer o uso de diferentes métodos tem se mostrado mais efetivo na inibição do crescimento microbiano do que a utilização de apenas um método de conservação aplicado em maior intensidade (FONTES, 2007). No presente estudo, as barreiras combinadas foram eficazes em limitar o crescimento e a sobrevivência de micro-organismos no produto final, sendo o emprego de calor responsável pela inativação microbiana e a redução da atividade de água e do pH eficazes em restringir o acesso de micro-organismos ao produto.

Ao longo do período de armazenamento, as contagens obtidas para enumeração de mesófilos anaeróbios, aeróbios totais, bolores e leveduras encontram-se na tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Contagem de Micro-organismos ao Longo do Armazenamento

Microrganismo	Temperatura	Tempo			
		30	60	120	180
Aeróbios	-18	-	2,36	-	3,15
	10	3,99	4,32	3,99	3,86
	25	-	3,86	6,73	6,79
Mesófilos Aeróbios	-18	-	-	-	-
	10	2,43	2,58	2,43	2,69
	25	6,18	5,34	6,97	6,92
Bolores e Leveduras	-18	-	-	-	-
	10	3,11	3,51	6,04	6,38
	25	5,62	6,19	6,53	6,71

Valores expressos em escala logarítmica em base 10. Representam o crescimento máximo encontrado em 3 repetições distintas para cada binômio temperatura/tempo.

O produto a base de yacon pode ser descrito como não comercialmente estéril, concentrado e contendo elevado percentual de oligofrutanos do tipo FOS e inulina que conferem um sabor adocicado. Por meio de similaridade de natureza e processamento do produto, sugere-se que o PBY seja classificado como um purê ou doce derivado de frutas e similares e, para esse tipo de alimento, a legislação brasileira determina condições sanitárias satisfatórias quando as contagens atingem até 10^4 UFC/g para o crescimento de bolores e leveduras, bem como ausência de micro-organismos patogênicos e outras toxinas que apresentem risco a saúde (BRASIL, 2001).

Os resultados obtidos na avaliação microbiológica não revelaram crescimento de coliformes totais e de E.coli para o PBY armazenado sob temperatura ambiente, de refrigeração e congelamento ao longo do período de armazenamento estudado.

Quanto a presença de bactérias mesófilas e anaeróbias no PBY, também foram observadas baixas contagens e não foi constatado crescimento acentuado ao longo dos 180 dias. Apesar de não existirem limites estabelecidos na legislação vigente, a quantificação desses micro-organismos se justifica por se apresentar como um bom indicador da qualidade higiênica do produto (MATTIETO; LOPES; MENEZES, 2007).

Em relação ao crescimento de fungos filamentosos e não filamentosos, as amostras estocadas sob temperatura de congelamento revelaram baixas contagens ao longo do armazenamento, sendo que estes valores encontravam-se dentro do máximo estabelecido na legislação vigente. Contudo, as amostras mantidas sob temperatura ambiente e de refrigeração apresentaram aumento destes micro-organismos ao longo dos 180 dias e, a partir dos 60 dias de armazenamento para temperatura ambiente e 120 dias para temperatura de refrigeração, foram consideradas impróprias para consumo por apresentarem contagem superior a 10^4 UFC/g e deterioração evidente, com comprometimento da cor e da textura do produto sobretudo nas amostras estocadas a 25 °C.

O estudo das características microbiológicas do PBY ao longo do armazenamento evidenciou que, por apresentar elevado teor de carboidratos e pH ácido < 4 , o crescimento microbiano predominante é representado por micro-organismos ácido tolerantes, fermentativos e que correspondem principalmente a bolores e leveduras capazes de provocar alterações no alimento (DAMIANI et al, 2013). Estas alterações ocorrem de forma mais acelerada no PBY armazenado sobre temperatura ambiente, contudo, também ocorreram nas amostras refrigeradas. Com base nos resultados obtidos, sugere-se que o congelamento é considerado

mais adequado para estocagem. Esta condição foi capaz de manter baixas contagens de fungos e leveduras, sendo desejável uma vez que o crescimento desses micro-organismos pode acarretar não só na rejeição do produto como na promoção da produção de micotoxinas e outros subprodutos metabólicos que representam um risco a saúde pública (BAGLIONI; GUMERATO; MASSAGUER, 1999).

4.4. CONCLUSÃO

Com base nos dados reportados até o momento, foi possível caracterizar o PBY como um alimento muito ácido ($\text{pH} = 3,68 \pm 0,23$), com atividade de água inferior à da raiz de yacon ($a_w = 0,95 \pm 0,02$) teor de sólidos solúveis totais concentrados ($51,95 \pm 5,1$). Para as características centesimais, observam-se menores proporções de proteínas ($1,5 \pm 0,78$ %), lipídeos ($0,13 \pm 0,08$ %) e cinzas ($1,48 \pm 0,71$ %) e, em maiores concentrações, umidade ($55,37 \pm 3,52$ %) e carboidratos ($40,88 \pm 3,08$ %).

O perfil de carboidratos é composto de frutose ($12,68 \pm 2,97$ %), glicose ($5,8 \pm 2,4$ %), sacarose ($7,5 \pm 2,15$ %) e os oligofrutanos do tipo FOS e inulina ($19,19 \pm 6,63$ %). Não foram encontrados micro-organismos no PBY recém processado e constatou-se que as barreiras aplicadas ao longo do processamento foram eficazes em inibir o crescimento microbiano.

A atividade de água do PBY não sofreu alterações significativas ao longo dos 180 dias de estocagem, entretanto, para os valores de pH e sólidos solúveis, constatou-se que o produto armazenado sob temperatura ambiente sofre um aumento mais acentuado em relação às temperaturas de congelamento e refrigeração.

Sugere-se que a composição centesimal do PBY também não varia significativamente uma vez que os valores obtidos para proteínas, lipídeos, carboidratos, cinzas e umidade no decorrer dos 180 dias mantém-se próximos ao que foi verificado no produto recém processado.

O perfil de carboidratos do PBY (tempo zero) se modifica ao longo dos 180 dias, verificando-se uma tendência à diminuição dos oligofrutanos prebióticos (FOS e inulina) acompanhado pelo aumento dos níveis de frutose proveniente da despolimerização dos destes oligofrutanos.

Para o enumeração dos micro-organismos no PBY ao longo do armazenamento, verificou-se crescimento predominante de bolores e leveduras nas temperaturas de refrigeração

e, de forma mais acentuada, nas amostras estocadas sob temperatura ambiente. O PBY estocado a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ manteve baixas contagens de micro-organismos em todos os tempos estudados.

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram sugerir que a temperatura de congelamento ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$) é mais eficiente na manutenção das características físico químicas, microbiológicas e perfil de carboidratos do PBY ao longo do período de estocagem estudado em relação a temperatura ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$) e de refrigeração ($10\text{ }^{\circ}\text{C}$).

4.5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), 2001, **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 4^o edição, Washigton, 2001, 476 páginas.

BAGLIONI, F.; GUMERATO, H.F.; MASSAGUER, P.R.; Ocorrência de fungos filamentosos termirresistentes em polpas de tomate envasadas assepticamente, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n.2, p. 258-263, 1999.

BEWIK, V.; CHEEK, L.; BALL, J. Statistics review 10 : Further non parametric methods, **Critical Care**, v.8, n.3, p.196-199, 2004.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução número 12 de 02 de dezembro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em agosto de 2015.

DAMIANI, C.; LAGE, M.E.; SILVA, F.A.; PEREIRA, D.E.P.; BECKER, F.S.; VILAS-BOAS, E.V.B.; Chances in the physiochemistry and microbiological properties of frozen arça pulp during storage, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 33, p. 19 – 27, 2013. Suplemento.

EDELMAN, J.; JEFORD, T.G.; The mechanism of fructan metabolism in higher plants exemplified in *Helianthus tuberosus*. **New Phytologist**. V. 67. P. 517 – 531, 1968.

FUKAI, K.; MIYAZAKI, S.; NANJO, F.; HARA, Y. Distribution of carboydrates and related enzyme activities in yacon (*Polymnia sonchifolia*), **Soil Science and Plant Nutrition**, v.39, n.3, p. 567 – 571, 1993.

FUKAI, K.; OHNO, S.; GOTO, K.; NANKO, F.; HARA, Y. Seasonal fluctuations in fructan content and related enzyme activities in yacon (*Polymnia sonchifolia*), **Soil science and plant nutrition**, v.43, n.1, p. 171 – 177, 1997.

GRAEFE, S.; HERMANN, M.; MANRIQUE, I.; GOLOMBEK, S.; BUERKERT, A.; Effects of post harvest treatments on the carbohydrates composition of yacon roots in the Peruvian Andes, **Fields Crops Research**, v. 86, p. 157 – 165, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico Químicos para Análise de Alimentos, 4. Ed.; 1020 p.; São Paulo : Instituto Adolfo Lutz, 2008.

ITAYA, N.M.; CARVALHO, A.M.; RIBEIRO, R.C.L.F; Fructosyl transferase and hydrolase activities in rhizomes and tuberous roots upon growth of *Polymnia sonchifolia* (Asteraceae), **Physiologia Plantarum**, v. 116, p. 451 – 459, 2002.

KANAYAMA, A.N.; TOKIDA, N.; ASO, K. Dependence of fructooligosaccharide content on activity of fructooligosaccharide-metabolizing enzymes in yacon (*Smallanthus sonchifolia*) tuberous root during storage. **Sensory and nutritive qualities of foods**, v.72, n.6, 2007.

KENNES, C.; VEIGA, M.C.; DUBOUGUIER, H.C.; TOUZEL, J.P.; ALBAGNAC, G.; NAVEAU, H.; NINS, E.J.; Trophic relationships between *Saccharomyces cerevisiae* e *Lactobacillus plantarum* and their metabolism of glucose and citrate, **Applied and Environmental Microbiology**, v.57, n.4, p. 1047 – 1051, 1991.

LACHMAN, L.; HAVRLAND, B.; FERNÁNDEZ, E.C.; DUDJAK, J.; Saccharides of yacon [*Smallanthus sonchifolius* Poepp. Et Endl.) H. Robinson] tubers and rhizomes and factors affecting their contents, **Plant, Soil and Environment**, v.50, n.9, p. 383 – 390, 2004.

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

MATTIETO, R.A.; LOPES, A.S.; MENEZES, H.C.; Estabilidade de néctar misto de cajá e umbu, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p. 456 – 463, 2007.

MCMEEKIN, T.A.; ROSS, T.; Shelf life prediction : status and future possibilities. **International Journal of Food Microbiology**. v.33, p. 65 – 83, 1996.

OLIVEIRA, R.B.; PAULA, D.A.C.; SECATTO, A.; GASPAROTTO, T.H.; FACIOLLI, L.H.; CAMPANELLI, A.P.; COSTA, F.B. Topical Anti Inflammatory Activity of Yacon Leaf Extracts, **Revista Brasileira de Farmacologia**, v.3, n.23, 2013.

RODRIGUES, F.C.; CASTRO, A.S.B.; MARTINO, H.S.D.; FERREIRA, C.L.L.F; Farinha de yacon : produção e caracterização química. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. V. 70, n.3, p. 290-295, 2011.

RODRIGUES, V.C. **Desenvolvimento, avaliação do índice glicêmico e aceitabilidade de um produto a base da raiz de yacon (Smallanthus sonchifolia)**. 64 p. Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal de Viçosa, 2011.

SANT'ANNA, M.S.L; RODRIGUES, V.C.; ARAÚJO, T.F.; OLIVEIRA, T.T.; PELUZIO, M.C.G.; FERREIRA, C.L.L.F; Yacon Based Product in Modulation of Intestinal Constipation, **Journal of Medicinal Food**, 2015.

SCHEID, M.M.A.; GENARO, P.S.; MORENO, Y.M.F.; PASTORE, G.M.; Freeze-dried powdered yacon : effects of FOS on serum glucose, lipids and intestinal transit in the elderly, **European Journal of Nutrition**, v. 53, p. 1457 – 1464, 2013.

SOUZA FILHO, M.S.; LIMA, J.R.; SOUZA, A.C.R.; SOUZA NETO, M.A.; COSTA, M.C.; Efeito do branqueamento, processo osmótico, tratamento térmico e armazenamento na estabilidade da vitamina C de pedúnculos de caju processados por métodos combinados, **Food Science and Technology**, v. 19, n.2, p. 211-213, 1999.

STONE, H.; SIDEL, J.L.; **Sensory Evaluation Practices**, 338 p.; Londres : American Press, 1985.

UBOLDI EIROA, M.N.; Micro-organismos deteriorantes de sucos de frutas e medidas de controle, **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.3, p. 141-160, 1989.

VALENTOVÁ, K.; LEBEDA, A.; DOLEZALOVA, I.; JIROVSKY, D.; SIMONOVSKA, B.; VOVK,I.; KOZINA, P.; GASMANOVÁ, N.; DZIECHCIARKOVA, M.; ULRICHOVÁ, J.; The biological and Chemical Variability of yacon, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p. 1347 -1352, 2006.

VELEZ, E.; CASTILLO, N.; MESÓN, O.; GRAU, A.; BONTE, M.E.B.; PERDIGÓN, G.; Study of effect exerted of fructo-oligosaccharides from yacon (*Smallanthus sonchifolia*) root flour in an intestinal infection model with *Salmonella thypimurium*. **British Journal of Nutrition**, v.109, p. 1971-1979, 2013.

VERSPREET, J.; CIMINI, S.; VERGAUWEN, R.; DORNEZ, E.; LOCATO, V.; LE ROY, K.; GARA, L.D.; ENDE, W.V.D.; DELCOUR, J.A.; COURTIN, C.M.; Fructan metabolism in developing wheat (*Triticum aestivum* L.) kernels, *Plant and Cell Physiology*, v.54, n.12, p. 2047-2057, 2013.

5 – ACEITABILIDADE SENSORIAL DE SUCO DE LARANJA ACRESCIDO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE PBY

5.1.INTRODUÇÃO

Prebióticos podem ser caracterizados, segundo a FAO, como componentes alimentares não digeríveis que conferem benefícios à saúde do hospedeiro pela modulação da microbiota intestinal. Entre os carboidratos prebióticos conhecidos, destacam-se os frutanos do tipo FOS e inulina, cujas propriedades físicas e tecnológicas, dentre as quais destacam-se solubilidade maior que a da sacarose, ausência de cor e odor e estabilidade em pH neutro, justificam sua aplicação em diversos produtos alimentícios (HIDAKA; HYRAYAMA, 2001).

O produto a base de yacon (PBY) consiste num alimento concentrado, com elevado teor de frutoligossacarídeos e inulina, e que pode ser consumido na forma pura ou como ingrediente a ser adicionado a diferentes alimentos visando conferir característica funcional (RODRIGUES et al, 2011). Além de atribuir funcionalidade, estudos tem relacionado o consumo do yacon e seus produtos processados à capacidade de redução do índice glicêmico dos alimentos (AYBAR et al, 2001).

O índice glicêmico (IG) pode ser descrito como a quantidade de carboidrato absorvida pelo organismo após a alimentação, sendo utilizado para avaliar e classificar os alimentos com base nas respostas glicêmicas. Alimentos que provocam maior aumento na resposta glicêmica são classificados como de elevado índice glicêmico, enquanto aqueles relacionados a uma menor resposta possuem um índice glicêmico menor (SILVA et al, 2009).

O suco de laranja é bem aceito pela população, entretanto, apresenta índice glicêmico elevado (IG = 76), o que limita seu consumo para alguns grupos populacionais por estarem relacionadas a promoção da resistência insulínica, obesidade e desenvolvimento de diabetes mellitus tipo 2 (SANTOS et al, 2006). RODRIGUES (2011) demonstrou que a adição de PBY ao suco de laranja é capaz de reduzir seu índice glicêmico o que, associado a funcionalidade atribuída as fibras prebióticas, faz desse produto interessante do ponto de vista comercial. Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo avaliar : i) o efeito da adição de PBY ao suco de laranja na aceitabilidade sensorial; ii) o efeito do tempo de estocagem do PBY sobre a as alterações de suas características sensoriais.

5.2.METODOLOGIA

Para verificar se o PBY afeta a aceitabilidade do suco de laranja e se o tempo de estocagem causa alterações nas características sensoriais do produto, dividiu-se a avaliação sensorial conforme o fluxograma da figura 5.1.

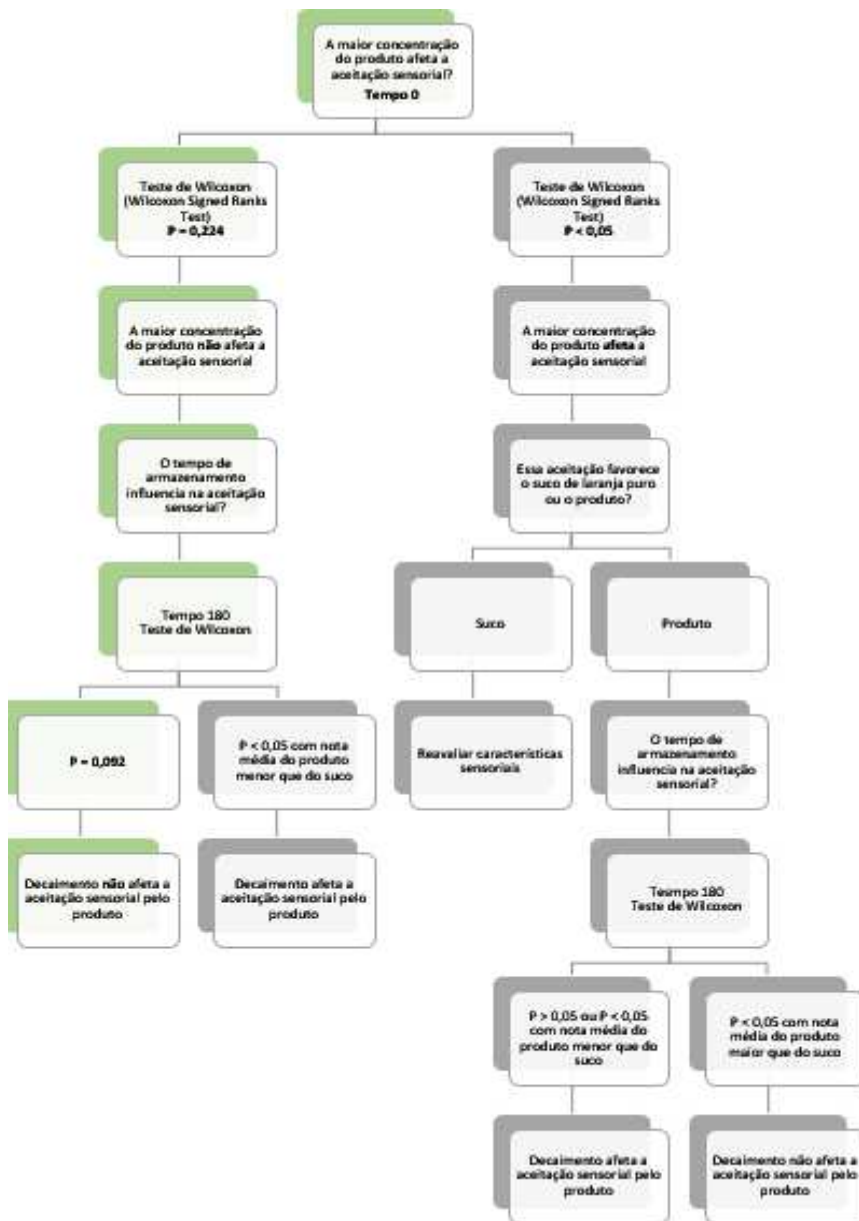


Figura 1 – Fluxograma para avaliação de aceitabilidade do suco de laranja puro e adicionado de PBY

Se as diferenças encontradas para a comparação do suco de laranja puro e adicionado de PBY no tempo zero não forem significativas pelo teste de wilcoxon, infere-se que a adição do PBY ao suco nesta proporção não altera suas características sensoriais. Uma vez que o percentual de produto adicionado ao suco decai ao longo do tempo, sugere-se que para 180 dias a concentração de PBY não seja um parâmetro determinante para aceitação ou reprovação do suco de laranja e qualquer queda nos escores de aceitabilidade resulte em alterações nas características sensoriais do PBY adicionado.

5.2.1. Preparo das amostras

Para avaliação da aceitabilidade sensorial das amostras de suco de laranja foi utilizado como controle o suco industrializado da marca “Del Valle – Laranja Caseira. Foram avaliadas duas amostras modificadas pela adição de PBY ao suco de laranja, sendo a amostra A correspondente ao suco + PBY recém processado e a amostra B correspondente ao suco + PBY armazenado por 180 dias sob temperatura de congelamento.

A proporção de PBY adicionada ao suco foi calculada com base na concentração de oligofrutanos do produto, conforme descrito por RODRIGUES (2011). A formulação básica das amostras de suco de laranja testadas está ilustrada na tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Quantidade de PBY adicionada ao Suco de Laranja ao Longo do Armazenamento

AMOSTRA	g de oligofrutanos/100 g de PBY	g de produto adicionado em 1 litro de suco de laranja
Suco Puro	-	0
AMOSTRA A	22,16	13,2
AMOSTRA B	9,79	5,87

Amostra A – suco de laranja + PBY recém processado; Amostra B – suco de laranja + PBY estocado por 180 dias

5.2.2. Teste de aceitabilidade sensorial do suco de laranja adicionado de PBY

A análise sensorial suco de laranja acrescido de PBY foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Viçosa. Se deu por meio de teste de aceitabilidade com julgadores não treinados, de acordo com metodologia descrita por Stone e Sidel (1993). Para realização de cada análise de aceitação,

foram recrutados 50 julgadores, residentes na cidade de Viçosa (MG), que avaliaram o suco puro e acrescido de PBY utilizando-se escala hedônica estruturada em 9 pontos, sendo ao extremo de valor 1 atribuído o termo hedônico “desgostei extremamente” e ao de valor 9 atribuído o termo hedônico “gostei extremamente”.

A pesquisa foi aprovada previamente pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (Registro 33601914.5.0000.5153).

5.2.3 – Análise estatística

Para comparação das notas dadas pelos avaliadores foi utilizado o teste para amostras pareadas de Wilcoxon assumindo-se o nível de significância de 5%. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software SPSS Statistics for Windows 17.0.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1. Avaliação sensorial de suco de laranja puro e acrescido de PBY recém processado e após armazenamento por 180 dias

Para análise de aceitação do suco de laranja puro e modificado, foram recrutados 100 julgadores não treinados, sendo que, destes, 50 provaram o suco puro e o produto modificado pela adição do PBY recém processado e os demais avaliaram o produto puro e após 180 dias de estocagem. O perfil dos julgadores foi composto por consumidores de suco de laranja, majoritariamente do sexo masculino (51 %) e cuja faixa etária situava-se entre 14 e 67 anos.

A comparação entre a aceitabilidade do suco puro e da amostra A não diferiu significativamente pelo teste de Wilcoxon ($p = 0,224$), o que implica que, mesmo na maior proporção testada, a quantidade de PBY adicionada não parece exercer papel determinante na aceitação do suco de laranja. Para os escores de aceitação obtidos na análise sensorial do suco de laranja puro e da amostra B também não foram encontradas diferenças para aceitação ($p = 0,092$), inferindo-se que o produto não perdeu suas propriedades sensoriais favoráveis, mesmo após 180 dias de estocagem.

A média dos escores de aceitabilidade para o suco puro e para as duas amostras testadas encontra-se apresentada na figura 5.2.

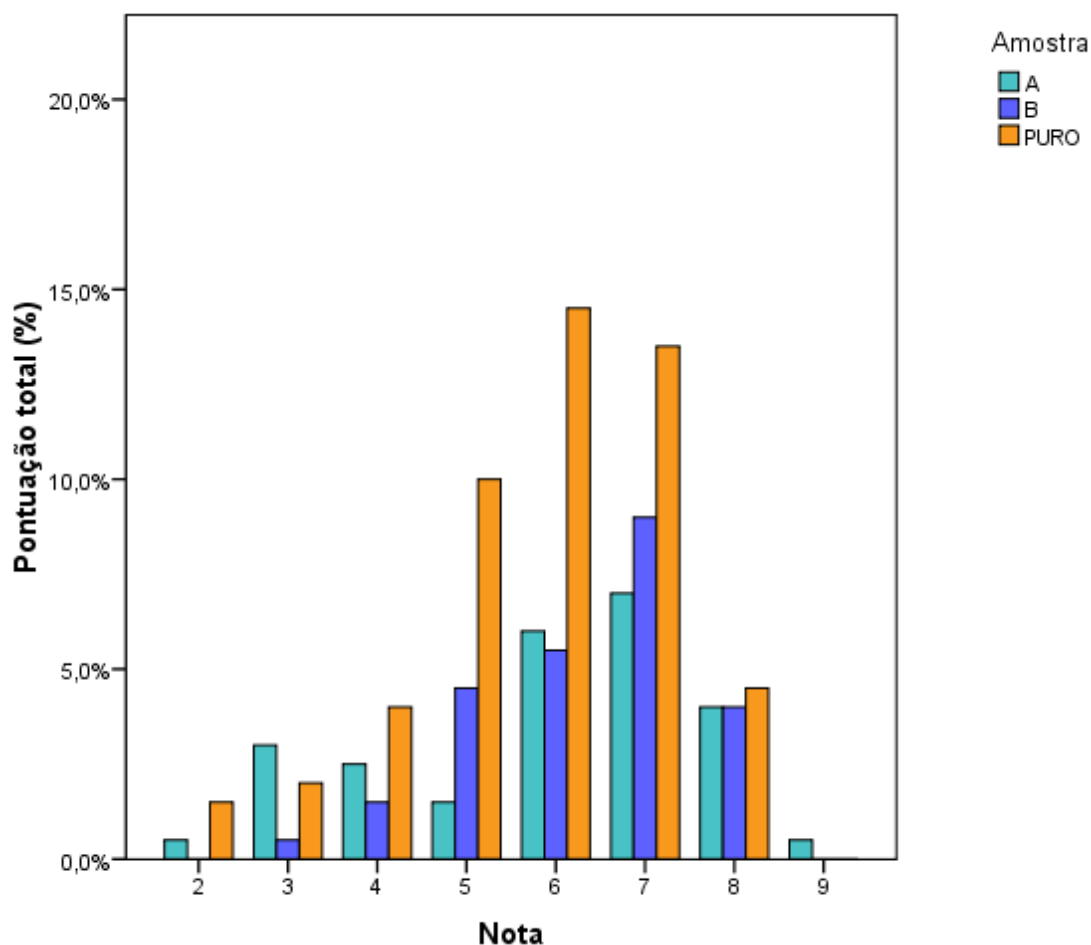


Figura 5.2 – Percentual médio dos escores sensoriais obtidos na avaliação das amostras A, B e de suco de laranja puro

A representação gráfica (figura 5.2) permite verificar que os escores obtidos para aceitabilidade do suco puro, adicionado de PBV recém processado e estocado por 180 dias apresentaram valores entre 5 e 7, compreendendo os intervalos entre os termos hedônicos “indiferente” e “gostei moderadamente”. Observa-se também que os julgadores que rejeitaram o suco de laranja modificado pela adição de PBV também não aceitaram o suco de laranja puro.

Os valores encontrados para aceitação do suco de laranja puro e acrescido de PBV estão de acordo com o que foi reportado por Della Torre et al (2003), que avaliou a aceitabilidade de suco de laranja comercial e minimamente processado utilizando escala hedônica de sete pontos. A marca comercial apresentou valor médio de 4, correspondente ao termo hedônico “nem gostei, nem desgostei”, enquanto para o suco minimamente processado obteve-se uma média de 5,4, situada entre os termos hedônicos “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

A aceitabilidade de um suco de laranja industrializado acrescido de yacon foi avaliada por Teixeira et al (2009), que não verificou diferença estatística entre as amostras padrão e modificada pelo acréscimo de 15 % da raiz sem a casca, obtendo percentuais de aceitação de 83,33 % e 85,32 para as amostras de suco puro e suco acrescido de yacon, respectivamente.

Rodrigues (2011) avaliou a aceitabilidade de suco de laranja puro e acrescido de PBY nas concentrações de 5 %, 10 % e 15 % e constatou boa aceitação do suco que sofreu adição de até 10 % de concentrado, entretanto, observou queda na aceitabilidade quando adicionado PBY na concentração de 15 %, sugerindo que esta redução possa ter sido causada pela alteração na textura do suco.

Por meio da análise dos resultados obtidos no presente estudo constatou-se que a adição do PBY em pequenas concentrações não alterou a aceitabilidade do suco de laranja.

5.5. CONCLUSÃO

A adição do PBY recém processado ao suco de laranja (amostra A) não alterou a aceitação do produto uma vez que não foram constatadas diferenças sensoriais significativas na comparação entre os escores de aceitabilidade do produto isolado e do acrescido de PBY ($p > 0,05$). O mesmo foi constatado na avaliação da aceitabilidade da amostra B, sugerindo-se que o PBY não altera as propriedades sensoriais desejáveis após 180 dias de estocagem.

5.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYBAR, M.J.; RIEIRA, A.N.S.; GRAU, A.; SANCHEZ, S.S.; Hipoglycemic effect in the water extract of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) leaves in normal and diabetic rats, **Journal of Ethnopharmacology**, v.74, p.33-37, 2001.

DELLA TORRE, J.C.M.; RODAS, A.M.B.; BADOLATO, G.G.; TADINI, C.C.; Perfil sensorial e aceitação de suco de laranja pasteurizado minimamente processado, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p.105-111, 2003.

HIDAKA, H.; HIRAYAMA, M.; Usefull characteristics and commercial applications of fructoligosaccharides, **Biochemical Society Transactions**, v.19, p. 561-565, 2001.

MOSCATTO, J.A.; FERREIRA, S.H.P.; HAULY, M.C.O.; Farinha de Yacon e Inulina na formulação de bolo de chocolate, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, p. 634-640, 2004.

MOSCATTO, J.A.; BORSATO, D.; BONA, E.; OLIVEIRA, A.S.; HAULY, M.C.O.; The optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal, **International Journal of Food Science and Technology**, v.41, p.181-188, 2006

RODRIGUES, **Desenvolvimento, avaliação do índice glicêmico e aceitabilidade de um produto a base da raiz de yacon (Smallanthus sonchifolia)**, 64p, Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

SANTOS, C.R.B.; PORTELLA, E.S.; AVILA, S.S.; SOARES, E.A.; Fatores dietéticos na prevenção e tratamento de comorbidades associadas à síndrome metabólica, **Revista de Nutrição**, v.19, p.389-401, 2006.

SILVA, F.M.; STEEMBURGO, T.; AZEVEDO, M.J.;MELLO, V.D.; Papel do índice glicêmico e da carga glicêmica no controle metabólico de pacientes com diabetes mellitus tipo 2, **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.53, p. 560-571, 2009.

TEIXEIRA, A.P.; PAIVA, C.F.; REZENDE, A.J.; ZANDONARI, 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, p.313-319, 2009.

6.PROPOSTA DE PROCESSO PARA REGISTRO DO PRODUTO À BASE DE YACON (PBY) JUNTO A AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA)

6.1.INTRODUÇÃO

A regulamentação de alimentos com alegações de propriedades funcionais ou de saúde no Brasil tem sua legislação dispersa ao longo dos anos e percebe-se a necessidade de estudos relacionados a compactação das informações pertinentes com intuito de acelerar este processo (PEREIRA, 2014).

O conceito de alimentos funcionais sofre variações na legislação de diferentes países. No Brasil, não se define alimento funcional, mas sim a alegação de propriedade funcional e/ou de saúde associada a esses ingredientes, sendo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) o órgão responsável pela sua regulamentação e fiscalização (STRINGHETA et al, 2007). Para apresentarem alegação de propriedade funcional ou de saúde, estes alimentos deverão ser obrigatoriamente registrados mediante comprovação de sua segurança de uso e eficácia (BRASIL, 1969; BRASIL, 2000; BRASIL, 2010).

A comprovação da eficácia e segurança dos alimentos é uma exigência legal estabelecida pela ANVISA com finalidade de diminuir os riscos associados ao seu consumo, protegendo assim a saúde do consumidor. As informações para a comprovação de segurança deverão ser apresentadas por meio de um Relatório Técnico Científico (RTC), sendo este processo avaliado de acordo com as evidências apresentadas que deverão comprovar as alegações especificadas (BRASIL, 2013).

Segundo a ANVISA, são considerados alimentos com alegação de propriedade funcional ou de saúde aprovados aqueles que apresentam em sua composição ácidos graxos ômega 3, carotenóides, fitoesteróis, polióis e, entre outros, os probióticos e as fibras alimentares, das quais se destacam os oligofrutos encontrados em uma grande quantidade de alimentos (BRASIL, 2015).

Dentre as fontes de oligofrutos presentes na natureza encontra-se a raiz yacon (*Smallanthus sonchifolia*), que carrega até 70% do seu peso seco em carboidratos do tipo FOS e inulina e, portanto, pode ser consumida in natura ou sob suas diversas formas processadas para propiciar o efeito prebiótico (SEMINÁRIO; VALDERRAMA, 2003).

O produto a base de yacon (PBY) foi recentemente desenvolvido (INPI, 2011) e é rico em oligofrutanos, o que justifica sua classificação dentro do grupo de alimentos com alegação de propriedade funcional ou de saúde e, portanto, tem seu registro obrigatório. Nesse contexto, o presente trabalho reuniu informações relacionadas a um novo produto a base de yacon, fonte de FOS e inulina e, portanto, prebiótico, descrevendo as etapas necessárias para efetuar seu processo de registro e disponibilizá-lo ao consumidor.

6.2.METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa documental em trabalhos prévios e no portal da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), órgão responsável pela regulamentação e registro de alimentos com alegação de propriedade funcional ou de saúde (APFS).

A partir dos dados obtidos no presente trabalho, bem como em estudos anteriores realizados com o PBY, foi possível reunir as informações pertinentes exigidas na legislação para sua regulamentação e propor um modelo para o seu registro como alimento com APFS.

6.3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.3.1.Pesquisa qualitativa relacionada a legislação de alimentos

O estudo da legislação referente aos alimentos no Brasil, principalmente no que se refere aos produtos ou ingredientes com alegação de propriedade funcional ou de saúde, encontrou um decreto, dez resoluções, um informe técnico e um guia com orientações para o processo de registro (tabela 6.1).

Tabela 6.1 – Regulamentações referentes aos alimentos com propriedades funcionais no Brasil (1969-2013)

Regulamentação	Considerações
Decreto de Lei Número 986 de 21 de outubro de 1969	Dispõe sobre a regulamentação dos alimentos desde sua obtenção até o

	<p>consumo no que se refere a proteção da saúde individual ou coletiva. Regulamenta o processo de registro e controle junto ao órgão competente; as normas de rotulagem; o emprego de aditivos; os padrões de controle de qualidade; e a fiscalização de alimentos.</p>
<p>Resolução número 16 de 30 de abril de 1999</p>	<p>Estabelece os procedimentos necessários ao registro de novos alimentos e ingredientes, considerando o registro legal e obrigatório segundo o decreto nº 986 de 1969. Também estabelece as diretrizes básicas na avaliação de risco e de segurança para os alimentos. Esta resolução determina que, para regulamentação de novos produtos, deverá ser apresentado ao órgão regulador um Relatório Técnico Científico contendo a denominação do produto; finalidade de utilização, recomendação de consumo indicada; descrição dos ingredientes do produto; descrição da composição centesimal, metodologia utilizada na avaliação do alimento e evidências científicas aplicáveis.</p>
<p>Resolução número 17 de 30 de abril de 1999</p>	<p>Estabelece as diretrizes básicas para avaliação de risco e de segurança dos alimentos aplicados aos alimentos e ingredientes para consumo humano.</p>
<p>Resolução número 18 de 30 de abril de 1999</p>	<p>Estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedade funcional ou de saúde indicadas nas rotulagens de alimentos. As alegações de</p>

	propriedade funcional ou de saúde fazem referência a manutenção da saúde, contudo, não são permitidas alegações que se referem a prevenção ou cura de doenças.
Resolução número 19 de 30 de abril de 1999	Aprova o regulamento técnico de procedimentos para o registro de alimentos com alegação de propriedade funcional ou de saúde na rotulagem de alimentos.
Resolução número 22 de 15 de março de 2000	Aprova o regulamento técnico de procedimentos básicos de registro e dispensa da obrigatoriedade de registro de produtos importados pertinentes a área de alimentos.
Resolução número 23 de 15 de março de 2000	Refere-se ao manual de procedimentos básicos para registro e dispensa de obrigatoriedade de registro de produtos pertinentes a área de alimentos. Dentre os produtos cujo registro é obrigatório encontram-se, dentre outros, os alimentos com alegações de propriedades funcionais ou de saúde; alimentos para controle de peso; alimentos para dietas com restrições de nutrientes; alimentos para idosos e novos alimentos ou ingredientes.
Resolução número 259 de 20 de setembro de 2002	Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem de alimentos embalados
Resolução número 2 de 07 de janeiro de 2002	Regulamento técnico de substâncias bioativas e probióticos isolados com alegação de propriedade funcional ou de saúde

Informe técnico número 9 de 21 de maio de 2004	Orientação de utilização de alegação de propriedades funcionais de nutrientes na rotulagem de alimentos
Resolução 278 de 22 de setembro de 2005	Aprova as categorias de alimentos embalados dispensados e com obrigatoriedade de registro.
Resolução número 27 de 06 de agosto de 2010	Aprova o regulamento técnico que estabelece as categorias de alimentos e embalagens isentos e com obrigatoriedade de registro sanitário. Dentre os produtos e ingredientes com registro obrigatório encontram-se aqueles com alegação de propriedade funcional ou de saúde, alimentos infantis, alimentos para nutrição enteral, novos alimentos ou novos ingredientes, e as substâncias bioativas e probióticos com alegação de propriedade funcional ou de saúde
Guia para Comprovação de Segurança de Alimentos e Ingredientes (2013)	Orientações sobre os pedidos de registro, submetidos a ANVISA, que requerem comprovação de eficácia e segurança de uso.

Conforme esquematizado na tabela 6.1, legislações relacionadas aos alimentos funcionais se encontram distribuídas de forma não centralizada entre o período de 1969 e 2013 o que, aliado a falta de clareza nas exigências necessárias para registro de produtos, torna este processo difícil. A elaboração de documentos que concentrem as informações disponíveis na literatura e direcionem as etapas necessárias ao processo de registro se faz, portanto, necessária para facilitar que se disponibilizem esses alimentos no mercado e o consequente acesso ao consumidor (PEREIRA et al, 2014).

6.3.2.Registro de um produto prebiótico, fonte de FOS e inulina, com alegação de propriedade funcional

O processo de registro do PBY, segue uma sequência de etapas que devem ser cumpridas pela parte interessada (figura 5.1), sendo estas correspondentes ao:

1) cadastramento da empresa interessada em comercializar o produto com cumprimento das exigências técnicas. Para elaboração da presente proposta de registro, utilizou-se como nome fictício para a empresa a sigla UFV-PreProSim.

2) o encaminhamento da documentação pertinente sob a forma de um relatório técnico científico contendo informações detalhadas a fim de avaliar a alegação de propriedade funcional ou de saúde;

3) o pagamento da taxa de fiscalização de vigilância sanitária que, para registro de alimentos, aditivos alimentares, bebidas e embalagens, corresponde ao valor de R\$ 15.275,64 conforme a Portaria Interministerial número 701 de 31 de agosto de 2015 (ANVISA, 2015b).

Os temas a serem protocolados pela ANVISA recebem uma numeração específica. Para alimentos com alegações de propriedade funcional ou de saúde é atribuído o código 403 e, por meio desse código, é possível verificar a documentação necessária para o início do processo, sendo esta correspondente a :

- 1) uma folha de rosto para protocolo;
- 2) comprovante de pagamento da taxa de fiscalização da vigilância sanitária (TFVS);
- 3) aos formulários de petição;
- 4) ao modelo de rotulagem do produto;
- 5) a ficha de cadastramento da empresa;
- 6) e a um relatório técnico científico para comprovação da eficácia (BRASIL, 2015c).

Após o cadastramento e o envio da documentação pertinente, o processo é então protocolado pela ANVISA e avaliado pela Gerência de Produtos Especiais (GPESP), o que, posteriormente, resulta no deferimento ou indeferimento do mesmo. O parecer final é encaminhado para o Diário Oficial da União e cabe a empresa o acompanhamento do processo (BRASIL, 1999; BRASIL, 2006; BRASIL, 2011).

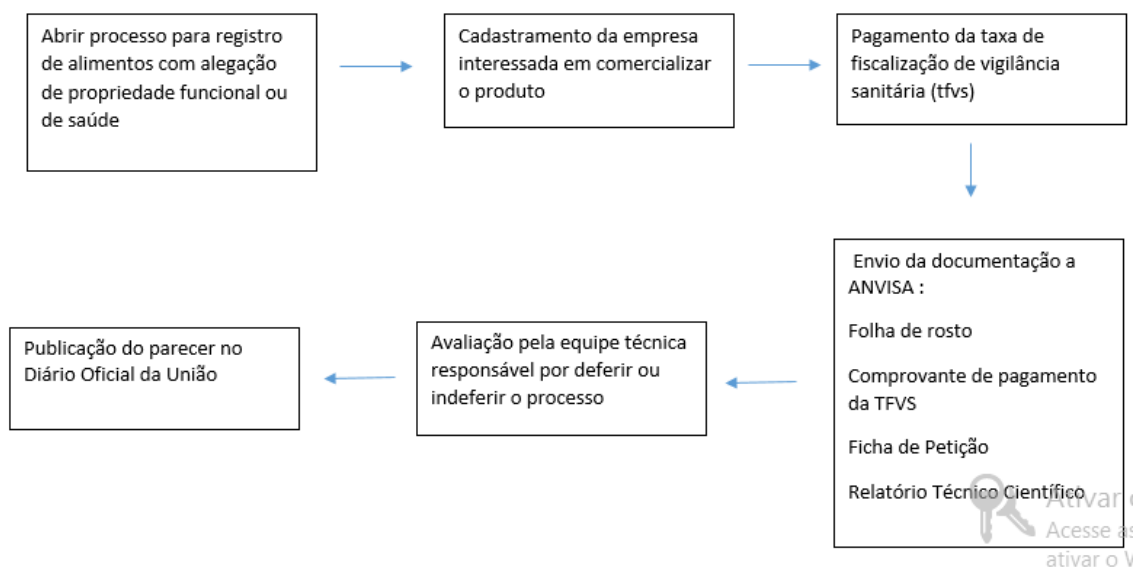


Figura 5.1 – Fluxograma referente as etapas a serem realizadas para o registro de um produto

6.3.2.1. Cadastramento da empresa e envio da documentação pertinente

A denominação da empresa (fictícia) e do produto a ser registrado foram, respectivamente, UFV-PreProSim e Produto a Base de Yacon (PBY). O cadastro é realizado por via eletrônica na página da ANVISA, onde encontram-se disponíveis a ficha de cadastramento das empresas (Figura 5.2) e o modelo de petições necessárias ao processo.

FICHA DE CADASTRAMENTO DE EMPRESAS – ALIMENTO COM ALEGAÇÃO DE PROPRIEDADE FUNCIONAL E/OU DE SAÚDE												
Tipo de solicitação: (1) <input checked="" type="checkbox"/> Incluir (2) <input type="checkbox"/> Alterar		Identificação da empresa (Razão Social - FICTICIA): UFV-PRÉPROSIM				CNPJ (FICTICIO) 12345678910111						
N.º do processo: PI 1106621-0		Nº do cadastro da empresa: A ser recebido quando for concedido o primeiro registro de produto à empresa;			Origem: (1) <input checked="" type="checkbox"/> Nacional (2) <input type="checkbox"/> Estrangeira			País de origem: BRASIL				
Atividades Autorizadas		Armazenar (1)	Embalar (2)	Distribuir (3)	Exportar (4)	Fabricar (5)	Importar (6)	Produzir (7)	Reembalar (8)	Transportar (9)	Outras (especificar) (10)	Fracionar (15)
Classes de Produtos												
(10) Alimento		X	X	X	X	X		X		X		
(11) Aditivo												
(12) Embalagem												
(17) Coadjuvante de Tecnologia												
Atividades Autorizadas - (10) Outras (a especificar):												
Endereço da Sede												
Avenida, Rua, Etc: AVENIDA PETER HENRIQUE ROLFS						Número: SN	Sala:	CEP: 36570-900				
Bairro: CAMPUS UNIVERSITARIO			Município: VIÇOSA				UF: MG		Telefone: XXXX-XXXX			
Fax: XXXX-XXXX			Endereço Eletrônico (e-mail):									
Nome do representante legal:				CPF:			Assinatura:			Data:		

Figura 6.2 – Modelo de Ficha de Cadastro da Empresa

A ficha de cadastramento contém informações referentes a empresa responsável pela produção e comercialização do PBY, devendo apresentar sua identificação, CNPJ, localização e as atividades autorizadas para o alimento em questão.

Além da ficha de cadastramento, faz-se necessário o encaminhamento de petições contendo informações sobre a empresa e o produto de interesse que, neste caso, trata-se do PBY. A primeira petição deve fornecer informações relacionadas ao tipo de produto o qual deseja registrar, bem como suas características de composição. A segunda petição deve conter dados do fabricante, município de fabricação, número de registro do PBY e, dentre outras, o nome da marca e a sua validade comercial (BRASIL, 2015b)

O PBY trata-se de um alimento rico em oligofrutanos prebióticos do tipo FOS e inulina, sendo estes ingredientes já reconhecidos pela ANVISA por suas alegações de propriedades funcionais e de saúde. Será comercializado para ser consumido puro ou como ingrediente, reunindo como características o baixo valor calórico, a funcionalidade e a possibilidade de consumo por indivíduos com restrições quanto ao consumo de açúcar, uma vez que apresenta

baixo índice glicêmico (RODRIGUES, 2011). As informações referentes a composição do PBY encontra-se na tabela 6.2.

Tabela 6.2 – Composição do Produto a Base de Yacon

Composição do Produto a Base de Yacon	
Porção de 100 g	
Quantidade por porção	%
Umidade	52,38
Carboidratos Totais	43,65
Carboidratos Prebióticos	24,71
Proteínas	2,63
Lipídeos	0,32
Ácido Cítrico	0,5
Ácido Ascórbico	0,3

O percentual de carboidratos prebióticos encontrados no PBY teve média de 24,71 g/100 g, sendo este valor superior ao que foi reportado na literatura para conferir funcionalidade, cuja dose estimada encontra-se entre 6 (PAULA, 2013) e 15 g (GIBSON, 1995).

A UFV-PreProSim deve apresentar um modelo de rótulo elaborado de acordo com a legislação vigente. São informações obrigatórias a serem apresentadas no rótulo a designação do produto, sua lista de ingredientes, conteúdos líquidos, declaração de valor energético e propriedades nutricionais por porção. O modelo de informações nutricionais a ser apresentado para rotulagem do produto encontra-se na tabela 6.3.

Tabela 6.3 - Modelo de Informação Nutricional para o Rótulo do PBY .

Informação Nutricional (Porção de duas colheres de sopa)		
	Porção de 30 g (quantidade por porção)	% VD (*)
Valor Energético	ND	
Carboidratos	13,09	4,36 %
Gorduras Totais	0	0 %
Gorduras Saturadas	ND	
Gorduras Trans	ND	
Fibra Alimentar	ND	
Sódio	ND	
Outros Minerais	ND	
Vitaminas	ND	
(*) Valores de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 Kj. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo da sua necessidade.		

ND – Não determinado

O cálculo da porção a ser indicada no rótulo do PBY segue a Resolução RDC número 359 de 2003, que estabelece que para concentrados de vegetais deve-se indicar uma porção de 30 g ou 2 colheres de sopa na rotulagem nutricional do alimento. A indicação de alegação de propriedade funcional e ou de saúde no rótulo é opcional. Por aumentar o valor agregado do produto, a indicação é recomendada, entretanto, o produto já deve apresentar registro junto a ANVISA.

A alegação de propriedade funcional aprovada pela ANVISA, tanto para os frutoligossacarídeos quanto para a inulina, é de que estes ingredientes contribuem para o equilíbrio da flora intestinal e seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e estilo de vida saudável. Para apresentar alegação de propriedade funcional ou de saúde em sua rotulagem, o produto deve fornecer um mínimo de 3 g de FOS e inulina, sendo que a quantidade máxima ingerida diariamente não deve exceder um limite de 30 g (BRASIL, 2015).

Além das informações nutricionais do produto, também são informações obrigatórias no rótulo a identificação de origem do produto e seu prazo de validade, sendo que o presente estudo determinou que o PBY mantém suas características microbiológicas, físico químicas e prebióticas por um período de seis meses quando armazenado sob temperatura de congelamento.

6.3.2.2. Elaboração do relatório técnico científico (RTC)

O Guia para Comprovação da Segurança de Alimentos e Ingredientes encontra-se disponível pela ANVISA em formato eletrônico e orienta o processo de registro de produtos com alegação de propriedades funcionais e/ou de saúde. A comprovação da segurança desses alimentos é realizada a partir de informações organizadas na forma de um Relatório Técnico Científico, encaminhado pela UFV-PreProSim, visando avaliar os possíveis riscos associados ao consumo. O modelo de elaboração do RTC sugere que este seja apresentado em quatro etapas, sendo estas a identificação do perigo; a caracterização do perigo; a caracterização da exposição e a caracterização do risco (BRASIL, 2013).

6.3.2.2.1 - Identificação do perigo

Compreende a identificação dos perigos presentes em um determinado produto. Esta etapa envolve a denominação do produto e descrição de sua natureza; especificação da formulação e ingredientes utilizados; composição química e caracterização molecular dos ingredientes; descrição da metodologia utilizada na análise dessas características, bem como outras informações pertinentes (BRASIL, 2013).

Denominação e descrição do produto

A denominação e a descrição do produto é específica e permite a identificação do alimento ou ingrediente por meio da informação do nome comum do produto, seu estado físico, sua fonte de obtenção e o processo utilizado na sua produção (BRASIL, 2013).

Produto a Base de Yacon (PBY) pode ser descrito como um alimento concentrado, derivado da raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolia*), para consumo direto e estável a temperatura ambiente, de refrigeração e congelamento durante tempos de armazenamento distintos (BRASIL, 2001)

Formulação e descrição dos ingredientes do produto

A formulação traz informações referentes aos ingredientes do PBY e as concentrações de cada ingrediente utilizadas ao longo do processamento. Para os produtos que apresentem ingredientes derivados de animais, plantas, algas, bactérias, fungos e outros micro-organismos, a descrição científica informando a espécie, variedade ou cepa do ingrediente deve ser especificada (BRASIL, 2013).

O PBY é um concentrado originado do processamento das raízes tuberosas do yacon (*Smallanthus sonchifolia*), conforme protocolo descrito por Rodrigues (2011).

Composição e caracterização do produto

As informações de composição e caracterização química do PBY fornecem os teores de umidades, cinzas, fatores antinutricionais, contaminantes químicos, características físico químicas e microbiológicas (BRASIL, 2013).

O PBY constitui-se como um alimento ácido (pH – 3,45), de elevada atividade de água (A_w – 0,93) e cujo teor de sólidos solúveis foram concentrados (57,3 °Brix) em relação a matéria prima. A composição centesimal do PBY revela que umidade (52,38 %) e carboidratos (43,65 %) se encontram majoritariamente presentes, enquanto proteínas (2,34 %) , lipídeos (1,38 %) e cinzas (0,25 %) se apresentam em menor proporção. Logo após o processamento não verifica-se crescimento de

micro-organismos mesófilos aeróbios, anaeróbios, bolores e leveduras, coliformes e E.coli no PBY.

Estudos complementares referentes a determinação do valor calórico e composição de vitaminas, minerais e sódio ainda se fazem necessários. Além disso, necessita-se verificar a presença e concentração de compostos antinutricionais no produto a base de yacon, uma vez que estes compostos representam um risco associado a toxicidade e a redução do valor nutricional de algumas dietas (RIBEIRO, 2008).

Descrição da metodologia utilizada na avaliação do ingrediente ou alimento

A descrição da metodologia utilizada especifica os métodos oficiais de organizações reconhecidas utilizados na avaliação do PBY. Métodos analíticos desenvolvidos pelo fabricante do produto também são aceitos, desde que adequadamente validados (BRASIL, 2013).

O produto pronto para consumo é submetido a análise de sua composição centesimal, quantificação de carboidrato e avaliação das características físico-químicas e microbiológicas. A composição centesimal pode ser mensurada em teores de proteínas, lipídeos, umidade, carboidratos e cinzas conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2004). As análises físico-químicas de pH, atividade de água e sólidos solúveis podem ser realizadas seguindo metodologia sugerida pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A quantificação do teor de FOS e inulina é mensurada por meio de análise de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) pelo cromatógrafo (Várian, modelo Pró-Star 410, Califórnia) com detector de índice de refração e injetor automático, conforme metodologia descrita por Kaneco et al (1990). As determinações microbiológicas seguem metodologia descrita em American Public Health Association (APHA) e envolvem a quantificação de micro-organismos que acarretam deterioração do produto e/ou oferecem risco a saúde do consumidor.

Além das metodologias aplicadas nas determinações de características físico-químicas, microbiológicas, de composição centesimal e perfil de carboidratos, devem ser acrescentados métodos aplicáveis a determinação da presença de fatores antinutricionais; do valor calórico; e da composição nutricional do PBY em relação à presença de vitaminas, minerais e sódio.

Evidências sobre as características do alimento ou do ingrediente funcional

As evidências sobre as características do alimento/ingrediente funcional fornecem informações que auxiliam na avaliação do risco do PBY com base em estudos de análise de composição nutricional, fitoquímica, de contaminantes e fatores antinutricionais do alimento (BRASIL, 2013). Por ter sido recentemente desenvolvido, a literatura ainda carece de informações que contemplem estas características no PBY, sugerindo-se que sejam trabalhadas em estudos futuros.

6.3.2.2.2 - Caracterização do perigo

A caracterização do perigo deve identificar os efeitos provocados pelo consumo do PBY sobre a saúde do consumidor, sendo muitas vezes necessário o estabelecimento de uma relação dose/resposta. Esta etapa compreende às evidências relacionadas ao histórico de uso do produto; estudos toxicológicos e in vivo já realizados e a determinação do nível de segurança do PBY (BRASIL, 2013).

Histórico de uso e forma de consumo do ingrediente tido como funcional

O histórico de uso e forma de consumo do ingrediente tido como funcional reúne informações relacionadas a presença ou não de FOS e inulina contidas no PBY na alimentação diária, bem como seus usos e finalidades. Este tópico tem por objetivo concentrar evidências relacionadas a utilização desses prebióticos a fim de contribuir para a comprovação da segurança do produto (BRASIL, 2013; PEREIRA, 2014).

As fibras prebióticas do tipo FOS e inulina são ingredientes já reconhecidos pelas suas propriedades funcionais e estão presentes uma grande variedade de alimentos, sendo encontrados em menores proporções em alimentos como a banana, cebola, alho, alho poró, aspargo, trigo, cevada, e, em maiores concentrações, na chicória, na alcachofra de jerusalém e nas raízes de yacon (SINGH; SINGH, 2010). A inulina também pode ser encontrada industrializada sob a forma de um pó branco, amorfo, higroscópico e com odor e sabor neutros (HAULY; MOSCATTO, 2002).

Estudos em humanos para o PBY encontrados na literatura

Os estudos em modelo humano contribuem para a identificação do perigo associado ao alimento, devendo conter evidências relacionadas às doses aplicadas; duração da administração, número de indivíduos, e outras informações relacionadas a comprovação da segurança de uso do PBY. Os estudos em modelo humano auxiliam na comprovação da relevância dos dados obtidos nas pesquisas com animais (BRASIL, 2013).

Já foi realizado estudo de funcionalidade do PBY na melhoria dos sintomas associados constipação intestinal em 50 indivíduos idosos que, ao consumirem 10 g/FOS/inulina/dia, apresentaram aumento do número de evacuações, melhoria na consistência das fezes e dos *sintomas associados a patologia* (SANT'ANNA, 2013). Existem evidências, baseadas em modelo animal, de que o consumo do produto também propicia modulação da obesidade (MARTINS, 2014) e melhoria da saúde óssea (PAULA, 2013).

Os resultados obtidos constataram que o produto permite modular positivamente a microbiota intestinal e ser utilizado na melhoria dos sintomas associados a constipação intestinal, entretanto, ainda são necessários estudos em humanos para comprovar os efeitos do consumo de PBY verificado nos ensaios com animais.

Estudos toxicológicos

Os estudos toxicológicos fornecem informações que auxiliam na comprovação da segurança de utilização do PBY e seus ingredientes funcionais por meio da identificação dos possíveis efeitos adversos, avaliação das relações dose resposta para esses efeitos adversos e avaliação do risco de consumo do produto. Os dados apresentados neste tópico devem contemplar estudos in vitro e in vivo de genotoxicidade e toxicidade subcrônica (BRASIL, 2013).

Rafael (2013) avaliou o efeito da introdução de PBY às dietas de ratas Wistar sobre a modulação da microbiota intestinal e a possível ocorrência de toxicidade por meio do consumo do produto e verificou que o consumo prolongado do produto não constituiu riscos para saúde destes animais, entretanto, mais pesquisas relacionadas a toxicologia devem ser realizadas antes de afirmar que o PBY é seguro para humanos.

O estudo de Rafael (2013) permitiu inferir a ausência de toxicidade crônica associada ao consumo do PBY, entretanto, mais ensaios se fazem necessários a fim de avaliar, dentre outros, o potencial genotóxico e possíveis efeitos de toxicidade subcrônica.

Recomendação de uso indicada e determinação do nível de segurança

A recomendação de uso indicada e determinação do nível de segurança devem expressar de forma quantitativa a faixa de ingestão PBY que não oferece risco a saúde humana (BRASIL, 2013).

O PBY apresenta percentual de FOS e inulina variando entre 9,23 – 38,42 %. No presente estudo, este percentual variou entre 12,43 e 38,43 %, com média de 22,16 nas diferentes repetições. Para conferir funcionalidade, estima-se que a dose de FOS e inulina necessária se encontre entre 6 g (PAULA, 2013) e 15 g (GIBSON, 1995; DAHL, 2005) por dia e, baseado no valor médio encontrado, uma porção diária de

27,5 g de produto seria suficiente para exercer os efeitos benéficos associados ao seu consumo.

Diferentes metodologias e terminologias baseadas em estudos de toxicidade são utilizadas para determinação do valor de segurança do produto, contudo, nem sempre é preciso mensurar este valor uma vez que em alguns casos as evidências apresentadas nas etapas anteriores são suficientes para afirmar a segurança do produto.

6.3.2.2.3 - Avaliação da exposição

A avaliação da exposição visa estimar a ingestão provável do alimento ou ingrediente em análise, evidenciando o risco do consumo deste para saúde do consumidor. Esta etapa envolve as finalidades e condições de uso do produto e informações adicionais sobre avaliação do consumo do ingrediente (BRASIL, 2013).

Finalidade e condições de uso do produto

A finalidade de uso do produto aborda as situações em que se pretende utilizar o PBY apresentando os propósitos do alimento e informações de caráter nutricional, fisiológico, metabólico e sensorial. As condições de uso do PBY devem recomendar como o ingrediente será utilizado, o público alvo a que se destina, bem como recomendações sobre armazenamento e consumo (BRASIL, 2013).

O PBY trata-se de um alimento ou ingrediente cujas propriedades benéficas estão associadas ao baixo valor calórico e elevado percentual de oligofrutos do tipo FOS e inulina (médias de até 39,8 %). Sua funcionalidade tem sido testada em estudos de modelo humano (RODRIGUES, 2011; SANT'ANNA, 2013) e animal (MARTINS, 2014; PAULA, 2013) propiciando efeito hipoglicêmico (RODRIGUES, 2011) e melhoria dos sintomas associados aos quadros de constipação intestinal (SANT'ANNA, 2013); *modulação da obesidade* (MARTINS, 2014); melhoria da saúde óssea (PAULA, 2013).

O PBY pode ser consumido puro ou como ingrediente adicionado a diversos produtos, como o suco de laranja. Para manutenção de suas características físico químicas, microbiológicas, sensoriais e prebióticas, recomenda-se seja estocado sob temperatura de congelamento (- 18 °C), entretanto, temperaturas de refrigeração também podem ser utilizadas quando considera-se uma menor vida útil.

6.3.2.2.4 – Caracterização do risco

Conecta as informações dos itens anteriores visando estimar a probabilidade de ocorrência de um evento adverso. De maneira geral, o valor de segurança é utilizado como referência na etapa de caracterização do risco. Em algumas situações, utilizam-se as doses de produto consumida que apresentaram efeitos adversos como margem para estimar a segurança do produto.

Não foram encontrados estudos na literatura referentes a efeitos adversos associados ao PBY, tanto em modelo humano quanto animal. Entretanto, salienta-se que o consumo de FOS e inulina acima da dose recomendada pode acarretar no aparecimento de efeitos laxativos, diarreia, dores abdominais, distensão, flatulência e náuseas (GIBSON, 1995; GENTA, 2010) e sugere-se que mais estudos sejam realizados para averiguar a possível incidência de efeitos adversos associados ao PBY quando consumido em doses superiores àquelas necessárias para propiciar o efeito prebiótico.

6.4.CONCLUSÃO

Por meio dos resultados obtidos no presente estudo e da análise da documentação encontrada na literatura e no portal da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, foi possível reunir informações referentes ao PBY e a documentação a ser utilizada para ser realizado seu registro como produto com alegação de propriedade funcional e/ou de saúde, bem como verificar as informações que carecem de estudos ou precisam ser melhor avaliadas.

Já se encontra bem documentada a composição centesimal do PBY, entretanto, ainda são necessárias informações referentes ao seu valor calórico e aos teores de vitaminas, lipídeos, sódio e fibras alimentares no produto pronto para assim completar as exigências exigidas para rotulagem.

A análise dos trabalhos sobre a funcionalidade do PBY permitiu verificar que, até o presente momento, já foi comprovado efeito do produto em idosos para o quadro clínico de constipação intestinal. Apesar de outros trabalhos terem mostrado efeito positivo do consumo do PBY em animais, ainda são necessários maiores estudos em modelo humano para averiguar sua ação prebiótica frente a outras patologias, efeito de toxicidade, a dose recomendada a ser ingerida e o nível de segurança do produto, sendo estas informações importantes para a elaboração do RTC.

5.5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

American Public Health Association (APHA), 2001, **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 4^o edição, Washigton, 2001, 476 páginas.

ANJO, D.F.C.; Alimentos Funcionais em Angiologia e Cirurgia Vascular, *Jornal Vascular Brasileiro*, v.3, n.2, 2004.

APOLINARIO, A.C.; DAMASCENO, D.P.G.L.; BELTRÃO, N.E.B.; PESSOA, A.; CONVERTI, A.; SILVA, J.A.; Inulin-type fructans : A review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology, **Carbohydrate Polymers**; v. 101, p. 368-378, 2014.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Avaliação de alimentos com alegação de propriedade funcional ou de saúde : avaliação de segurança e comprovação de eficácia, 2015a. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Alimentos/Assuntos+de+Interesse/Alimentos+Com+Alegacoes+de+Propriedades+Funcionais+e+ou+de+Saude/Avaliacao+de+seguranca+e+comprovacao+de+eficacia>. Acesso em julho de 2015.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos. Assuntos de Interesse. Registro. Isenção e obrigatoriedade de registro de produtos na área de alimentos, 2015b. Disponível em

<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Alimentos/Assuntos+de+Interesse/Registro>. Acesso em 08/07/2015.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução 16 de 30 de abril de 1999a. Regulamento referente ao registro de alimentos e novos ingredientes. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/96fa548047458ef597fdd73fbc4c6735/RESOLUCAO_16_1999.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em 02/07/2015.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 17, 30 de abril de 1999b. Regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para avaliação de risco e segurança dos alimentos. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ea58f88047457ce3895cdd3fbc4c6735/RESOLUCAO_17_1999.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em 23/06/2015.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução número 18 de 30 de abril de 1999c. Estabelece as diretrizes básicas para análise de comprovação de propriedades funcionais ou de saúde estabelecidas na rotulagem de alimentos. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/815ada0047458a7293e3d73fbc4c6735/RESOLUCAO_18_1999.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em 02/07/2015.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução número 19 de 30 de abril de 1999d. Regulamento de procedimentos para registro de alimentos com alegação de propriedade funcional ou de saúde em sua rotulagem. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/727a7f004745792d8641d63fbc4c6735/RESOLUCAO_19_1999.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em 02/07/2015.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução número 22 de 30 de março de 2000. Aprova o regulamento técnico para registro e dispensa de obrigatoriedade de registro para produtos pertinentes a área de alimentos. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/b6059200474581528da7dd3fbc4c6735/RESOLUCAO_22_2000.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em 02/07/2015.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução número 23 de 30 de março de 2000. Regulamento técnico sobre o manual de procedimentos básicos para registro e dispensa de obrigatoriedade de registro para produtos pertinentes a área de alimentos. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/2b82600040b2ac328be3dbf7d85acaec/Microsoft+Word+RESOLUCAO%20N%C3%83O+N%C2%BA+23,+DE+15+DE+MAR%C3%87O+DE+2000.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em 02/07/2015.

BRASIL. ANVISA. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução numero 12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em 06/07/2015.

BRASIL. ANVISA. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução numero 259 de 20 de setembro de 2002. Regulamento técnico de rotulagem de alimentos embalados. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/36bf398047457db389d8dd3fbc4c6735/RDC_259.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em 03/07/2015.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Informe técnico número 9 de 21 de maio de 2004. Orientação para utilização, em rotulos de alimentos, de alegações de propriedades funcionais de nutrientes com funções plenamente reconhecidas pela comunidade científica. Disponível em http://www.anvisa.gov.br/alimentos/informes/09_210504.htm. Acesso em 13 de julho de 2015.

BRASIL. ANVISA. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução numero 278 de 22 de setembro de 2005. Aprova as categorias de alimentos embalados dispensados e com obrigatoriedade de registro. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/3f22438047457bfe88cedc3fbc4c6735/RDC_278_2005.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em 02/07/2015.

BRASIL. ANVISA. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução número 27 de 06 de agosto de 2010. Regulamento técnico que estabelece as categorias de alimentos e embalagens isentos e com obrigatoriedade de registro sanitário. Disponível em http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/b951e200474592159a81de3fbc4c6735/DIRETORIA_COLEGIADA_27_2010.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em 02/07/2015.

BRASIL. ANVISA. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução numero 25 de 16 de junho de 2011. Procedimentos gerais para utilização dos serviços de protocolo de documentos no âmbito da ANVISA. Disponível em http://www.anvisa.gov.br/hotsite/protocolo/PDFs/Alteracoes_procedimentos/RDC%2025%20comentada.pdf. Acesso em 03/07/2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Consulta de assuntos : Assunto 403 – Avaliação de alimentos com alegação de propriedades funcionais ou de saúde, 2015d. Disponível em <https://www9.anvisa.gov.br/peticionamento/sat/Consultas/ConsultaAssuntoCheckList.asp?pCoAssunto=4045&sArea=Alimento>. Acesso em 03/07/2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução numero 222 de 28 de dezembro de 2006. Procedimentos de petição e arrecadação eletrônica no âmbito da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA e de suas coordenações estaduais e municipais de vigilância sanitária e de outras providências. Disponível em http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2006/res0222_28_12_2006.html. Acesso de 03/07/2015.

DAHL, W.J.; WHITING, S.J.; ISAAC, T.M.; WEEKS, S.J; ARNOLD, C.J.; , Effects of thickened beverages fortified with inulin on beverage acceptance, gastrointestinal function, and bone resorption in institutionalized adults, **Nutrition**, v.21, p.308-311, 2005.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, Portaria Interministerial n. 701, de 31 de agosto de 2015, DOU n. 168, 2015.

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

GIBSON, G.R., ROBERFROID, M.B. Dietary Modulation of the Human Colonie Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics, 1995.

HAULY, M.C.O.; MOSCATTO, J.A.; Inulina e Oligofruktoses : Uma revisão sobre propriedades funcionais, prebióticas e importância na indústria de alimentos, **Semina : Ciências Exatas e Tecnológicas**, v.23, n.1, p.105 – 118, 2002.

KANECO, T.; KUDO, T.; HORIKOSHI, K.; Comparation of CD composition produced by chimeric CGTases, **Agricultural and Biological Chemistry**, v.54, n.1, p.197-201, 1990.

MARTINS, J.F.L.; **Efeito de um Produto a Base de Yacon (Smallanthus sonchifolia) no controle da massa corpórea, perfil de lipídeos e na toxicidade crônica em ratas Wistar ovariectomizadas**, 2014, 170p.; Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

MOURA, N.A.; CAETANO, B.F.R.; SIVIERI, K.; URBANO, L.H.; CABELLO, C.; ROFRIGUES, M.A.A.; BARBISAN, L.F. Protective effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) intake on experimental colon carcinogenesis, **Food an Chemical Toxicology**, v.50, n.8, p.2902-2910, 2012.

OLIVEIRA, G.O.; BRAGA, C.P. and FERNANDES, A.A.H. Improvement of biochemical parameters in type 1 diabetic rats after the roots aqueous extract of yacon (*Smallanthus sonchifolia*), **Food and Chemical Toxicology**, v. 59, p. 256 – 260, 2013.

PAULA, H.A.A. **Efeito prebiótico de produto à base de Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) na modulação de indicadores da saúde óssea em ratas wistar**, 2013, 219p. Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

PEREIRA, M.C.S.; AMARAL, M.P.H.; PINHATI, R.R.; PINTO, C.L.O.; MENDONÇA, A.E.; FURTADO, M.M.; STRINGHETA, P.C.; PINTO, M.A.O.; Proposta de um guia simplificado para registro de alimento com alegações de propriedades funcionais, **Vigilância Sanitária em Debate**, v.2, n.2, p.88-95, 2014.

RIBEIRO, J.A. **Estudos químicos e bioquímicos do yacon in natura e processado e influência do seu consumo sobre níveis glicêmicos e lipídeos fecais em ratos**, 181p., Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Ciência de Alimentos da Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

ROBERFROID, M.B.; A European Consensus of Scientific Concept of Functional Foods, **Nutrition**, v.16, n. 7/8, 2000.

RODRIGUES, **Desenvolvimento, avaliação do índice glicêmico e aceitabilidade de um produto a base da raiz de yacon (*Smallanthus sonchifolia*)**, 64p, Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

SANT'ANNA, M.S.L; RODRIGUES, V.C.; ARAÚJO, T.F.; OLIVEIRA, T.T.; PELUZIO, M.C.G.; FERREIRA, C.L.L.F; Yacon Based Product in Modulation of Intestinal Constipation, **Journal of Medicinal Food**, 2015.

SEMINARIO, J.; VALDERRAMA, M. El yacon: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), 2003. 60p. Disponível em: http://www.cipotato.org/market/PDFdocs/Yacon_Fundamentos_password.pdf. Acesso em julho de 2015.

STRINGHETA, P.C.; VILELA, M.A.P.; OLIVEIRA, T.T.; NAGEN, T.J.; Alimentos Funcionais : Conceitos, contextualização e regulamentação. Juiz de Fora. Editora Templo. 246 p. 2007.

SILVA, V.P.; COURI, S.; GOMES, F.S.; NOGUEIRA, R.I.; FREITAS, S.P.; Otimização do Processo de Extração Aquosa de Inulina de Chicória, **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.2, n.1, 2008.

SINGH, R.S.; SINGH, R.P.; Production of fructooligosaccharides from inulin by endoinulinases and their prebiotic potential, **Food Technology and Biotechnology**, v.48. n.4, p.435-451, 2010.

VELEZ, E.; CASTILLO, N.; MESÓN, O.; GRAU, A.; BONTE, M.E.B.; PERDIGÓN, G.; Study of effect exerted of fructo-oligosaccharides from yacon (*Smallanthus sonchifolia*) root flour in an intestinal infection model with *Salmonella thypimurium*. **British Journal of Nutrition**, v.109, p. 1971-1979, 2013.