PRISCILLA MOURA ROLIM

ASPECTOS SENSORIAIS E FUNCIONAIS DE PÃES COM FARINHA DE YACON (*Smallanthus sonchifolius*)

RECIFE - PE

2008

Priscilla Moura Rolim

ASPECTOS SENSORIAIS E FUNCIONAIS DE PÃES COM FARINHA DE YACON (*Smallanthus sonchifolius*)

RECIFE - PE

2008

Priscilla Moura Rolim

ASPECTOS SENSORIAIS E FUNCIONAIS DE PÃES COM FARINHA DE YACON (*Smallanthus sonchifolius*)

Dissertação apresentada ao colegiado do Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, para obtenção do grau de Mestre em Nutrição.

Orientador: Prof.ª Dra. Nonete Barbosa Guerra

Co-orientador: Prof.ª Dra. Silvana Magalhães Salgado

RECIFE - PE

2008

ROLIM, PRISCILLA MOURA

Aspectos sensoriais e funcionais de pães com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) / Priscilla Moura Rolim. – Recife : O Autor, 2008.

114 folhas. Il: fig., tab., quadros

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Nutrição, 2008.

Inclui bibliografia, anexos e apêndices

1. Farinha de yacon. 2. Pães – Análise sensorial. 3. Pães – Efeito prebiótico. 4. Pães – Índice glicêmico. I.Título.

613.2	CDU (2.ed.)	UFPE
613.28	CDD (22.ed.)	CCS2008-140

Priscilla Moura Rolim

Resposta fisiológica *in vitro* de pães com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)

Defesa aprovada em:

Recife, 31/10/2008

Prof. Dra. Alda Verônica Souza Livera

Prof. Dra. Celiane Gomes Maia da Silva

Prof. Dra. Tânia Lúcia Montenegro Stamford

Recife – PE

2008

Aos meus pais, Ruy e Dilma,

Ao meu irmão, Raphael,

Pelo amor e incentivo.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Um desafio enorme somado a momentos de sofrimento e angústia, porém cheios de motivações grandiosas, que fizeram possível a realização de mais este sonho. Uma estrada percorrida com grandes amizades e esperanças, mas acima de tudo um caminho na busca de mais conhecimentos, sabedoria e experiências.

Agradeço aos meus pais, Ruy e Dilma, meus maiores incentivadores e ao meu irmão, Raphael, por todos seus esforços para me ajudar, pelo carinho e amor incondicional. Amo vocês.

À minha Tonguinha, minha eterna amiga. Dói saber que agora só vou lhe tocar na minha lembrança. A minha saudade lhe traz de volta. Amo-te para sempre.

À minha avó, Celina, pelo amor e simplicidade de sempre. Obrigada!

À Prof.ª Dra. Silvana Salgado, minha orientadora, exemplo de profissionalismo e amizade. Sou muito grata pelo incentivo, dedicação e confiança durante todas as etapas deste trabalho. Obrigada por tudo!!!!

Agradeço à Prof.ª Dra. Alda Livera, pelos conhecimentos transmitidos e pelo apoio na realização deste trabalho.

Agradeço à Prof.ª Dra. Nonete Guerra pelos ensinamentos e conhecimentos que comigo foram compartilhados.

Agradeço à Prof.ª Dra. Samara Andrade, pela amizade e valiosa contribuição na análise estatística da pesquisa!

À Prof.ª Dra. Tânia Stamford, pelo afeto, amizade e compreensão constantes!

Agradeço a Prof.ª Ms. Karina Silveira, pela amizade, pelo apoio em vários momentos e pela ajuda durante as análises da fermentação!

À Prof.ª Dra. Angélica Vasconcelos, pelo apoio, acolhimento, conhecimentos transmitidos e amizade.

À Prof.ª Dra. Edleide Pires, pelos conhecimentos transmitidos e companheirismo.

Agradeço a Prof.ª Ruth Guilherme, pela amizade e companheirismo durante minha caminhada neste mestrado.

À Prof.ª Dra. Erilane Castro, meus agradecimentos pela disposição, bem como por seus questionamentos e contribuições.

À minha amiga e parceira de dissertação, Vivianne Padilha, pelo esforço, amor e amizade. Conseguimos! Amo você.

Agradeço de todo coração às minhas amigas, Marina Oliveira e Michelle Galindo pela amizade, carinho e apoio total. Amo vocês.

De modo especial agradeço às minhas amigas nutricionistas, Erika Albuquerque e Lorena Tinôco, pela amizade, paciência e atenção que tiveram comigo! Amo vocês.

A todos os meus amigos e amigas**,** que compartilharam dos meus ideais e que estão tão felizes quanto eu, com o final de mais esta etapa. Muito obrigada. Amo vocês.

Ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição da UFPE, seus professores e funcionários, por oportunizarem minha qualificação e avanços importantes no conhecimento.

Ao Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Prof.ª Nonete Barbosa Guerra – LEAAL, pela oportunidade de estudos e utilização de suas instalações. Em especial, Alexandre, Arthur, Camilo, Graciliane, Laércio, D. Lourdes, Marcos, Moisés, Olívia, Solange, D. Silvinha, Vivaldo e Vivianne.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

A todos aqueles que, embora não nomeados, me brindaram com seus inestimáveis apoios em distintos momentos, o meu reconhecido e carinhoso muito obrigada!

E Ao Grande e Verdadeiro Mestre do universo, meu profundo agradecimento pelas bênçãos a mim concedidas, sendo uma delas a conclusão deste Mestrado. **Senhor, muito obrigada!**

Olho em tudo e sempre encontro a Ti,

estás no céu, na terra aonde for.

Em tudo que me acontece, encontro o Teu amor;

já não se pode mais deixar de crer no Teu amor.

É impossível eu não crer em Ti,

é impossível eu não Te encontrar,

é impossível não fazer de Ti meu ideal,

É impossível eu não crer em Ti

é impossível eu não Te encontrar,

é impossível não fazer de Ti meu ideal!

Autor Desconhecido

RESUMO

Nos últimos anos pesquisadores têm se empenhado em desenvolver novos produtos com propriedades funcionais destacando-se a utilização do yacon (*Smallanthus sonchifolius)*, conhecido pelo seu conteúdo de componentes prebióticos, inulina e frutooligossacarídeos (FOS). O objetivo deste trabalho foi formular pães com diferentes teores de farinha de yacon (6 e 11%) e caracterizá-los quanto aos atributos sensoriais, composição centesimal, índice glicêmico e potencial prebiótico *in vitro*. Foram desenvolvidos pães adicionados com farinha de yacon, denominadas amostra P (pão padrão, sem farinha de yacon), amostra A (pão com 6% de farinha de yacon e 3% de gordura) e amostra B (pão com 11% de farinha de yacon sem adição de gordura). A qualidade microbiológica da farinha de yacon foi avaliada pela determinação de Coliformes a 45°C, *Bacillus cereus* e *Salmonella* sp Para avaliação sensorial foi realizada a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), utilizando 11 provadores treinados, que definiram 10 atributos sensoriais (aroma, cor, porosidade e uniformidade do miolo, sabor, textura, umectância, untuosidade, adesividade e qualidade global). Também foi realizada análise física dos pães, através da caracterização cromática. O valor nutricional dos pães e a caracterização da farinha de yacon foram avaliados por determinação da umidade, proteínas, lipídeos, cinzas, fibra alimentar, total e frações, carboidratos por diferença. O índice glicêmico (IG) foi realizado pelo método enzimático-colorimétrico e o potencial prebiótico por fermentação *in vitro*, utilizando meio diferencial para bactérias probióticas. Os resultados foram analisados por análise de variância e testes de médias de Duncan, ao nível de 5% de significância e os dados da ADQ representados graficamente por análise multivariada de componentes principais (ACP). Os resultados microbiológicos e físico-químicos demonstraram inocuidade da farinha de yacon, e alto teor de minerais e fibras, respectivamente. Os dados sensoriais demonstraram que não houve diferença entre as amostra A e B em relação aos atributos porosidade, textura, sabor e qualidade global. A amostra A obteve média maior em atributos sensoriais indesejáveis, como aderência e a amostra C apresentou maior média para o atributo umectância, devido ao maior teor de yacon. Na ACP, a soma de componentes principais 1 e 2 foi de 97,59%, ou seja, a variabilidade entre as amostras é quase totalmente explicada por estes dois componentes. Os pães A e B apresentaram elevado teor de fibras, baixo teor de lipídeos e carboidratos. O pão com 11% de farinha de yacon apresentou baixo índice glicêmico e com 6%, índice glicêmico moderado. Quanto ao potencial prebiótico foi evidenciada no líquido metabólico analisado a presença de bactérias probióticas, sobretudo os lactobacilos. Os resultados permitiram concluir que a adição de farinha de yacon em pães propiciou produtos com características sensoriais satisfatórias, índice glicêmico de baixo a moderado, potencial prebiótico, *light* em gordura e alto teor de fibras segundo a legislação brasileira de alimentos.

Palavras-chave: pão, yacon, análise sensorial, prebiótico, índice glicêmico

ABSTRACT

In recent years researchers have been engaged in developing new products with functional properties standing out the use of yacon (*Smallanthus sonchifolius*), known for its content of components prebiotics, inulin and fructooligosaccharides (FOS). The research aimed to make bread flour with different levels of yacon (6 and 11%) and described them as the sensory attributes, proximate composition, glycemic index and prebiotic potential in vitro. Have been developed with bread flour added yacon, called sample P (standard bread, no flour yacon), sample A (with 6% of bread flour yacon and 3% fat) and sample B (with 11% of bread flour yacon without added fat). The microbiological quality of flour yacon was evaluated by the determination of Coliform at 45 ° C, Bacillus cereus and Salmonella sp for sensory evaluation was performed at Quantitative Descriptive Analysis (QDA), using 11 trained tasters, who set 10 sensory attributes (flavor, color, porosity and uniformity of kernels, taste, texture, umectance, buttery, adhesiveness and overall quality). It was also performed physical analysis of the loaves through the color characterization. The nutritional value of breads and characterization of flour yacon were evaluated by determining the moisture, protein, fat, ash, dietary fiber, total and fractions, carbohydrates by difference. The glycemic index (GI) was performed by enzymatic-colorimetric method and the potential for prebiotic fermentation in vitro, using differential means for probiotic bacteria. The results were analyzed by analysis of variance and tests of medium of Duncan, at 5% level of significance of the ADQ and the data represented graphically by multivariate analysis of principal components (ACP). The results physical-chemical and microbiological safety of flour showed yacon, and high levels of minerals and fiber, respectively. The sensory data showed that there was no difference between the sample A and B in relation to the attributes porosity, texture, taste and overall quality. The sample obtained the highest average in undesirable sensory attributes, such as grip and sample C had higher average for the attribute umectance due to the higher content of yacon. In the ACP, the sum of principal components 1 and 2 was 97.59%, ie the variability between samples is almost entirely explained by these two components. The breads A and B showed high-fiber, low in carbohydrates and lipids. The bread with 11% of flour showed yacon low glycemic index and with 6%, moderate glycemic index. As for the potential prebiotic was evident the presence of probiotic bacteria, particularly the *Lactobacillus*. The results showed that the addition of flour in bread yacon provided satisfactory products with sensory characteristics, low to moderate GI, prebiotic potential, light in fat and high fiber content according to brazilian legislation of food.

Key-words: bread, yacon, sensory analysis, glycemic index, prebiotic.

LISTA DE FIGURAS

Página

Dissertação

Figura 1. Raiz do yacon (*Smallanthus sonchifolius)*…… 25
Figura 2a. Estrutura molecular da inulina 28
Figura 2b. Estrutura química dos principais frutooligossacarídeos: 1-kestose (A), nistose (B) e frutofuranosil nistose (C)..... 28
Figura 3. Fluxograma de obtenção da farinha de yacon..... 37
Figura 4. Processamento do yacon para obtenção da farinha..... 38
Figura 5. Ficha de Análise Sensorial dos pães..... 42
Figura 6. Forma de apresentação das amostras para análise sensorial..... 43
Figura 7. Sistema de coordenadas de cores CIELAB..... 44
Figura 8. Esquema analítico para determinação de fibra..... 46
Figura 9. Esquema analítico da determinação do índice glicêmico..... 48
Figura 10. Determinação do potencial prebiótico "in vitro"..... 51

Artigo 1.

Figura 1. Perfil sensorial para amostras de pães..... 68
Figura 2. Bidimensional da Análise de Componentes Principais dos termos descritores das amostras dos pães..... 69

Artigo 2.

Figura 1. Processamento para obtenção da farinha de yacon..... 74
Figura 2. Esquema analítico para determinação de fibra..... 77
Figura 3. Cinética da hidrólise enzimática dos carboidratos dos pães..... 84

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Página

Dissertação

Tabela 1. Proporção dos ingredientes nas formulações dos pães..... 40
Tabela 2. Definições dos termos descritivos para as amostras de pães..... 41
Tabela 3. Concentração de reagentes para o meio de fermentação..... 49

Artigo 1.

Quadro 1. Proporção dos ingredientes nas formulações dos pães..... 64
Tabela 1. Definições dos termos descritivos para as amostras de pães..... 65
Quadro 2. Ficha de análise sensorial dos pães..... 66
Tabela 2. Médias de aceitação da equipe de provadores em relação aos atributos sensoriais das amostras dos pães..... 67
Tabela 3. Valores médios obtidos do parâmetro L* e das coordenadas cromáticas a* e b* da análise de cor das amostras dos pães..... 70

Artigo 2.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes nas formulações dos pães..... 74
Tabela 2. Tamanho das partículas da farinha de yacon..... 80
Tabela 3. Composição centesimal da farinha de yacon..... 81
Tabela 4. Composição química das formulações de pães..... 82
Tabela 5. Índices glicêmicos “in vitro” dos pães controle e experimentais..... 84
Tabela 6. Contagem de bactérias probióticas nas formulações de pães..... 86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

β – beta

FOS – frutooligossacarídeos

ºC – graus Celsius

pH – potencial de hidrogênio

cm – centímetro

± – desvio padrão

g – grama

mg – miligrama

µg – micrograma

min – minuto

ml – mililitro

% – percentual

kg – quilograma

ANOVA – análise de variância

ACP – análise de componentes principais

CIELAB – Comissão Internacional de Iluminação

L* - luminosidade

a* - cromaticidade a

b* - cromaticidade b

ADQ – análise descritiva quantitativa

UHT – ultra high temperature

FAO/OMS – Organização Mundial da Saúde

CEASA/PE – Central de Abastecimento de Pernambuco

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

LTDA – limitada

AOAC – Association of Official Analytical Chemistry

HHD – Homofermentative Heterofermentative Differential

IG – índice glicêmico

UFC – unidade formadora de colônia

AR – amido resistente

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

ppm – parte por milhão

FAS – fibra alimentar solúvel

FAI – fibra alimentar insolúvel

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO..... 19

1.1 Caracterização do Problema..... 20

1.2 Objetivos..... 22

2. REVISÃO DA LITERATURA..... 23

4. MATERIAIS E MÉTODOS..... 35

ARTIGOS CIENTÍFICOS

ARTIGO 1. MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO DE PÃES FORMULADOS COM FARINHA DE YACON (*Smallanthus sonchifolius*)..... 54

1. Introdução..... 57

2. Materiais e Métodos..... 58

3. Resultados e discussões..... 60

4. Conclusões..... 62

Referências..... 63

Quadros, tabelas e figuras..... 64

ARTIGO 2. RESPOSTA FISIOLÓGICA DE PÃES COM FARINHA DE YACON (*Smallanthus sonchifolius*): ÍNDICE GLICÊMICO E POTENCIAL PREBIÓTICO *IN VITRO*..... 71

1. Introdução..... 73

2. Material e métodos..... 74

2.1 Processamento da farinha de yacon..... 74

2.2 Análise microbiológica e granulométrica da farinha..... 75

2.3 Caracterização da farinha de yacon..... 76

2.4 Análise da Composição centesimal dos pães..... 76

2.5 Determinação do Índice Glicêmico..... 78

2.6 Determinação do potencial prebiótico..... 78

3. Resultados e Discussões..... 79

4. Conclusões..... 87

Referências..... 88

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 96
REFERÊNCIAS..... 98
APÊNDICES..... 110
ANEXO..... 113

Apresentação

1. APRESENTAÇÃO

Caracterização do Problema

O yacon, recentemente introduzido no Brasil, vem despertando o interesse do mundo científico devido ao seu potencial como alimento funcional. Diferente da maioria das raízes que armazenam carboidratos na forma de amido, o yacon e várias plantas da família *Compositae* armazenam os carboidratos na forma de frutanos. Os órgãos subterrâneos do yacon contêm cerca de 20% de frutanos do tipo inulina e frutooligossacarídeos (FOS) (VILHENA; CÂMARA, KADIHARA, 2000). A principal característica destes carboidratos é a estimulação do crescimento de bactérias não patógenas por meio da fermentação colônica, sendo assim classificados como constituintes bioativos com alegação prebiótica (MEIER e LOCHS, 2007).

Pode-se listar alguns dos principais benefícios reportados na literatura sobre a funcionalidade dos prebióticos na saúde humana, tais como baixo poder cariogênico, contribuição na eliminação de bactérias patogênicas e putrefativas por efeito da multiplicação das bifidobactérias, melhora na absorção de minerais como cálcio, magnésio e ferro, aumento da produção de vitaminas do complexo B, inibição de estágios iniciais do câncer de cólon, regularizando a função intestinal, além de reduzir o valor calórico do produto (ROBERFROID, 2005).

Em consequência da fermentação pela flora intestinal, o pH do intestino diminui, o que favorece o crescimento das bactérias probióticas, resistentes ao meio ácido, enquanto que ocorre a supressão de bactérias patogênicas e putrefativas, uma vez que são sensíveis à acidez (KOLIDA, TUOHY e GIBSON, 2002). Este fator é primordial na prevenção de câncer de cólon, uma vez que as bactérias patogênicas produzem enzimas associadas à ativação da mutagênese e carcinogênese, bem como outros efeitos sistêmicos no aparelho cardiovascular e sistema imune (ROBERFROID, 2002).

A partir da raiz tuberosa do yacon é possível se obter a farinha que vem sendo utilizada como ingrediente em alimentos, dando origem a produtos com baixo teor de gordura e reduzido valor calórico, além de propiciar benefícios fisiológicos ao consumidor, ultimamente bastante exigentes quanto aos padrões de qualidade dos alimentos e conscientes da relação existente entre alimentação e saúde.

Como exemplo desta aplicação destaca-se o trabalho de Moscatto, Prudêncio-Ferreira e Hauly (2004) que utilizaram inulina e farinha de yacon, 6% e 40% respectivamente, na

formulação de um bolo de chocolate menos calórico e com menor teor de lipídios, com características semelhantes à formulação padrão.

Wang, Rosell e Barber (2002) estudando a qualidade de pães enriquecidos com inulina, fibra de algaroba e fibra de ervilha detectaram maciez no miolo dos pães, embora tenha ocorrido um decréscimo do seu volume específico. Brasil (2006) também estudando pães enriquecidos com inulina, verificou que a incorporação de 6% desse frutano resultou em produto *light* em gordura, segundo a legislação vigente e com boa qualidade sensorial.

Recentemente, pesquisadores avaliaram a influência de pão enriquecido com prebióticos sobre o sistema imunológico, e constataram que houve uma diminuição dos marcadores de estresse, conferindo características antioxidantes a estes pães, justificada pelo teor significativo de compostos fenólicos presentes no yacon (SEIDEL et al., 2007).

O pão por ser considerado um produto popular consumido na forma de lanches ou com refeições, e apreciado devido à sua aparência, aroma, sabor, preço e disponibilidade (BATTOCHIO, 2006), propicia a tecnologia de alimentos a criação de novas formulações, obtendo produtos diferenciados no mercado. O segmento de panificação no Brasil representa um faturamento anual ao redor de US$ 16 bilhões (BRASIL, 2003).

Considerando os possíveis efeitos fisiológicos dos frutanos e conhecendo o crescente desenvolvimento de produtos enriquecidos com substâncias bioativas, verifica-se a necessidade de mais pesquisas na área de desenvolvimento de novos produtos, com ênfase ao estudo das propriedades funcionais e sensoriais.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades funcionais, física, físico-químicas e sensoriais de pães formulados com farinha de yacon.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

- Avaliar aspectos sensoriais e funcionais de pães com farinha de yacon.

1.2.2 Específicos

- Verificar paramentos físicos e físico-químicos dos pães.
- Determinar o índice glicêmico “in vitro” e carga glicêmica dos pães.
- Estudar o potencial prebiótico “in vitro” dos pães.

Revisão da literatura

1. REVISÃO DA LITERATURA

1.1 Aspectos gerais sobre o Yacon (*Smallanthus sonchifolius)*

O yacon é uma espécie herbácia, perene, nativa da região dos Andes, pertencente à família *Compositae* e dependendo da área de cultivo, apresenta-se com outros nomes, tais como: arboloco, aricoma, jiquima e llacon. Este último é comumente utilizado para designar a planta e a sua raiz, fonte de carboidratos de reserva do tipo frutanos (GUERRA, TORRES e TEIXEIRA, 1999).

O cultivo e o consumo do yacon datam dos tempos pré-incas (BUTLER e RIVERA, 2004). Sendo originário dos Andes, região de clima temperado, desenvolve-se desde a Colômbia e a Venezuela até o noroeste da Argentina, em altitudes que variam de 2.000 a 3.400 metros (HERMANN e FREIRE, 1998).

A planta faz parte da família *Asteraceae* – também denominada de *Compositae* e seu nome científico é *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson. Na literatura científica, também é utilizado *Polymnia sonchifolia* Poepp. & Endl. e *Polymnia edulis* Wedd. para referir-se ao yacon (DUARTE, WOLF e PAULA, 2008).

Com relação aos aspectos de cultivo, o yacon apresenta alta produtividade, é adaptável a uma extensa gama de climas e solos, permite controle da erosão, apresenta potencial uso como forrageira (tanto as partes subterrâneas quanto as aéreas), é passível de extensa variedade de processamentos alternativos e apresenta boa durabilidade pós-colheita se armazenado adequadamente (GRAU et al., 2001).

O reconhecimento recente dos efeitos promissórios para a saúde advindos do consumo de yacon aumentou o interesse comercial nos mercados das cidades, levando ao desenvolvimento de atividades comerciais em torno de seu cultivo (MANRIQUE e PÁRRAGA, 2005).

Nas últimas décadas, o yacon tem se estendido para outros países e, na atualidade já é cultivado na América Latina, Estados Unidos, Eslováquia e no Oriente Médio (LACHMAN et al., 2004). No Brasil, o yacon foi introduzido no início dos anos 90 (MOSCATTO et al., 2004), cujo consumo expressivo iniciou-se em meados dos anos 2000 quando a raiz tornou-se conhecida popularmente como batata yacon ou batata “diet”, fato que vem chamando atenção dos pesquisadores pelas suas propriedades funcionais, sobretudo por conter em suas raízes tuberosas cerca de 20% de frutanos, principalmente FOS (CABELLO, 2005). Outros autores

relatam que esta quantidade pode ser bem superior, atingindo teores de 70% destes constituintes (VILHENA, CÃMARA e KADIHARA, 2000).

Com aparência semelhante a uma batata-doce, mas com textura interna macia, como a de jambo e pera, o yacon *in natura* possui umidade bastante elevada, em torno de 80-90%. A raiz tuberosa do yacon (figura 1) possui sabor semelhante ao de frutas como o melão, com polpa levemente amarelada, crocante e aquosa. As raízes são consumidas geralmente cruas, descascadas, cozidas ou desidratadas (QUINTEROS, 2000).

Além do consumo *in natura,* o yacon pode ser submetido ao processo culinário por calor úmido (vapor, cocção em água) ou calor seco (fritura) (VALENTOVÁ e ULRICHOVÁ, 2003).

Figura 1. Raiz do yacon (*Smallanthus sonchifolius).* (Arquivo pessoal)

1.2 Composição Química do Yacon

A composição química do yacon tem como principais constituintes água e carboidratos, estes últimos são armazenados principalmente sob forma de frutooligossacarídeos (FOS), entre outros açúcares livres. O elevado percentual de água em torno de 83 a 90% em base úmida acarreta um valor energético reduzido (LACHMAN et al., 2004).

Quanto aos carboidratos, são encontrados monossacarídeos (frutose e glicose), sacarose, frutooligossacarídeos, inulina e traços de amido (GUIGOZ et al., 2002). As raízes contêm entre 10 e 14% de matéria seca, sendo esta composta por aproximadamente 90% de carboidratos (MANRIQUE e PÁRRAGA, 2005).

A qualidade dos carboidratos depende da cultivar, da época de cultivo e da colheita, do tempo e da temperatura na pós-colheita (SEMINARIO e VALDERRAMA, 2003). No entanto, várias referências científicas relatam que o yacon armazena essencialmente frutooligossacarídeos (40-70% em base seca), considerado por diversos autores um subproduto da inulina (CASTILLO ALFARO e VIDAL MELGAREJO, 2005; SEMINARIO e VALDERRAMA, 2003). Os demais carboidratos estão na seguinte proporção: 5 a 15% de sacarose, 5 a 15% de frutose e menos de 5% de glicose (MANRIQUE e PÁRRAGA, 2005).

O conteúdo de proteínas, lipídios, vitaminas e minerais das raízes é reduzido (SEMINARIO e VALDERRAMA, 2003), exceto a vitamina C e o potássio, este último com quantidades significativas e representa, em média, 230mg $100g^{-1}$ de matéria fresca comestível ou de 1 a 2% do peso seco (MANRIQUE e PÁRRAGA, 2005). Outro composto noticiado foi o triptofano, existente em quantidades médias de 14,6 ± 7,1µg g^{-1} (TAKENAKA, 2003; VALENTOVÁ e ULRICHOVÁ, 2003).

É notável a presença de compostos fenólicos como ácido clorogênico, ácido ferúlico e ácido caféico, tanto nas folhas como nas raízes tuberosas de yacon (SIMONOVSKA et al., 2003). Valentová e Ulrichová (2003) identificaram também a quercetina e outros dois flavonóides. Em comparação a outras raízes e tubérculos, as raízes do yacon possuem elevada quantidade de compostos fenólicos, cerca de 200mg $100g^{-1}$ de matéria fresca comestível, sendo o ácido clorogênico presente em 48,5 ± 12,9µg g^{-1}de polpa fresca. Embora a concentração de compostos fenólicos nas raízes seja alta, a concentração se apresenta ainda mais elevada em outros órgãos da planta, como as folhas (GUTIÉRREZ MAYDATA, 2002).

O yacon também tem sido reportado como uma boa fonte das enzimas polifenol oxidase e peroxidases, responsáveis pelas reações de escurecimento em frutas e hortaliças, formando rapidamente pigmentos escuros ao serem cortados, prejudicando sua aparência e a de seus produtos (VALENTOVÁ e ULRICHOVÁ, 2003).

Do ponto de vista tecnológico, o controle do escurecimento enzimático é geralmente limitado à inibição ou diminuição da atividade das enzimas, polifenoloxidase e peroxidase, por meio de métodos como o tratamento térmico, o armazenamento a baixas temperaturas, a utilização de antioxidantes, a eliminação do oxigênio do meio, entre outros (LUPETTI et al., 2005).

Métodos têm sido propostos para prevenir ou retardar o escurecimento de tecidos vegetais causado pela ação das oxidases. Vale destacar o efeito favorável da solução com cloreto de cálcio ($CaCl_2$), uma vez que é evidenciada a atuação do cálcio na manutenção da

integridade celular do tecido vegetal, ocasionando um melhoramento da textura, além de inibir os processos oxidativos (GONÇALVES, CARVALHO e GONÇALVES, 2000).

1.3 Frutanos

Os frutanos são reconhecidos como uma classe de carboidratos que, depois do amido e da sacarose, são os polissacarídeos não estruturais de maior ocorrência entre as plantas (BUDDINGTON, DONAHOO, BUDDINGTON, 2002).

Consistem de séries homólogas de frutooligossacarídeos e de polissacarídeos não redutores, de cadeia linear ou ramificada. São carboidratos de reserva de várias espécies vegetais, como cebola, alho-poró, aspargos, alcachofra de Jerusalém, raiz da chicória, yacon, entre outros (CAPITO, 2001; QUINTEROS, 2000).

O frutano inulina é um polissacarídeo polidisperso de cadeia linear, sendo que grande parte da sua molécula consiste de cadeias de frutose unidas por ligações β (2-1). Possui grau de polimerização que pode chegar até 60 unidades de frutose com uma molécula de glicose terminal.

A partir da hidrólise enzimática parcial da inulina pode se obter frações de frutooligossacarídeos geralmente referidos como oligofrutanos ou FOS, também bastante empregado na indústria de alimentos (DEN HOND et al.,2000).

A inulina e o FOS não têm uma composição química definida. Eles são uma mistura de frutanos de diferentes tamanhos, e a diferença entre o FOS e a inulina está no número de moléculas de frutose que compõem essas cadeias (figura 2a e 2b). A inulina tem de 2 a 60 unidades de frutose, enquanto os FOS são menores contendo de 2 a 10 unidades (CUMMINGS e STEPHEN, 2007).

Em virtude da β-configuração dos monômeros de frutose, a inulina e os FOS são frutanos que resistem à hidrólise enzimática no trato gastrointestinal humano, sendo assim classificados como carboidrato não digerível (ROBERFROID, 2005; CUMMINGS e MACFARLANE, 2002).

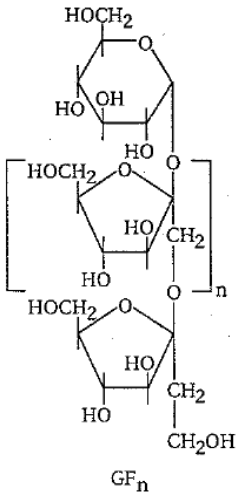


Figura 2a.Estrutura da molécula de inulina (Fonte: Roberfroid, 2005).

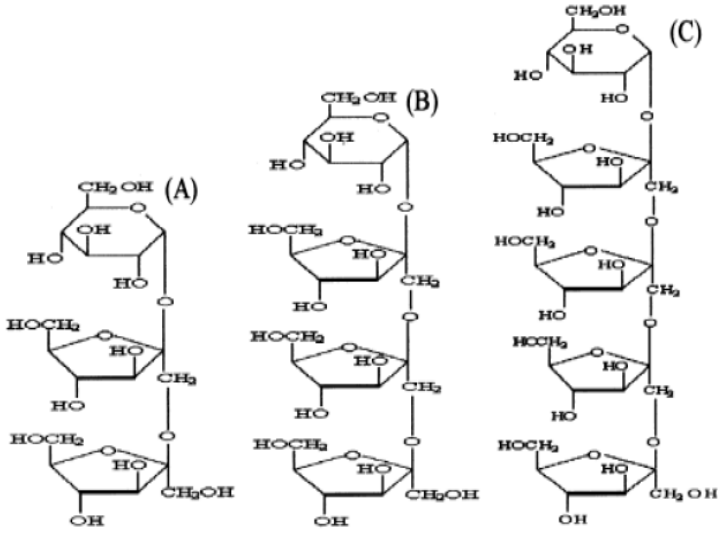


Figura 2b. Estrutura química dos principais frutooligossacarídeos: 1-kestose (A), nistose (B) e frutofuranosil nistose (C). Fonte: Passos e Park, 2003.

1.4 Efeitos fisiológicos dos frutanos

1.4.1 Função fibra: efeito prebiótico

De acordo com a mais recente atualização científica da FAO/OMS, citada por Mann et al (2007), os frutanos, sobretudo inulina e FOS, não são classificados como fibra alimentar, tendo em vista que a definição atual considera fibra apenas os polissacarídeos presentes na parede celular dos vegetais (celulose, hemicelulose, lignina, pectina, beta-glucanas e gomas). No entanto, os frutanos exercem propriedades fisiológicas e funcionais semelhantes às da fração fibra.

Os frutanos ao chegarem ao intestino grosso são totalmente fermentados pelas bactérias que colonizam o intestino. O cólon contém um complexo e dinâmico ecossistema microbiótico, com grande concentração de bactérias chegando a atingir mais de 10^{11} a 10^{12} unidades formadoras de colônia por mililitros (UFC/mL) (BERG, 1996).

Grande parte das bactérias intestinais é benéfica, entretanto, certas espécies são patogênicas e podem estar envolvidas no desenvolvimento de doenças agudas ou crônicas. Consideradas bactérias não patogênicas ou benéficas, as bifidobactérias e lactobacilos desempenham atividades biológicas positivas na saúde humana e são alvos comuns das intervenções dietéticas (CUMMINGS e MACFARLANE, 2002).

As espécies do gênero lactobacilos são amplamente estudadas com relação a suas propriedades promotoras à saúde. Possuem importante valor comercial para a indústria alimentícia, devido ao seu emprego na produção derivados lácteos e como culturas iniciadoras de fermentação, comumente associados à fermentação do pão (BURITI e SAAD, 2007).

O gênero bifidobactéria é o maior grupo de bactérias no cólon, o qual constitui mais de 25% do total da população intestinal adulta e 95% em recém nascidos, promove diversos efeitos benéficos ao hospedeiro, tal como a fermentação de substratos tendo como resultado final, a produção dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), são eles, acetato, propionato e butirato. Além dos AGCC são também formados lactato, biomassa bacteriana e outros gases (CO_2, H_2 e metano) (CHERBUT, 2002). O butirato é considerado a principal fonte de energia para o colonócito; o acetato e o propionato circulam no sangue portal e podem influenciar no metabolismo dos carboidratos e lipídios (SILVEIRA RODRÍGUEZ, MEGÍAS e BAENA, 2003).

A produção de AGCC promove a redução do pH que exerce ação bactericida; diminuição dos níveis séricos de amônia pela fermentação de proteínas; produção de

vitaminas do complexo B, aumento da absorção de minerais, como cálcio e magnésio e a melhora da resposta imune (GUARNER, 2000; PERRIN et al., 2002).

O propionato participa da regulação do metabolismo lipídico, por diminuir a síntese hepática do colesterol pela inibição da atividade da coenzima hidroximetilglutaril e participação na regulação do metabolismo da glicose, promovendo a diminuição da glicemia pós-prandial e a resposta insulínica (ROMBEAU, 2004; ROY et al., 2006; WONG et al., 2006).

Dentre as funções mais importantes da microbiota intestinal está a sua capacidade de inibir a implantação de microorganismos invasores patogênicos ou não, na superfície da mucosa atuando desta forma como uma barreira contra as infecções. Auxilia ainda no transporte seletivo de nutrientes, na estimulação do sistema imunológico e na neutralização de toxinas. Além disso, participa do metabolismo de medicamentos, colesterol, na degradação dos sais biliares e na regulação do ciclo da uréia (PRIEBE et al., 2002; BERNARDES, 1998; BENGMARK, 1998).

Inúmeros fatores podem influenciar o tipo e extensão da fermentação de determinados substratos. Isto inclui a competição por nutrientes, características da microbiota colônica, as condições do hospedeiro, interações entre as bactérias e os hábitos alimentares individuais (GUARNER e MALAGELADA, 2003; CUMMINGS et al., 2002).

Segundo Perrin et al., (2002), a biomassa e produção de lactato e acetato são maiores quando o substrato contém mais frutooligossacarídeos de cadeia curta.

O efeito bifidogênico da inulina tem sido evidenciado em várias pesquisas científicas. Brighent et al (1999) estudando o ecossistema colônico, observou um aumento de bifidobactérias nas fezes de homens adultos saudáveis que faziam uso deste carboidrato.

Menne e Guggerbuhl (2000) também estudaram o efeito prebiótico da inulina em humanos, e verificaram positivas modificações na composição da microbiota fecal, especialmente pelo aumento de bifidobactérias.

Rafter et al., (2007) estudando pacientes com câncer de cólon verificaram que uma dieta simbiótica, utilizando inulina, bífidobactérias e lactobacilos, resultou em significante aumento da microbiota fecal com bífido e lactobacilos, e diminuição de *Clostridium perfringens*.

Segundo Lajolo e Menezes (2006) os frutanos são bifidogênicos independente do tamanho de sua cadeia e da presença ou não da glicose em sua composição. É necessário realçar que a inulina pelo seu maior grau de polimerização fermenta o dobro dos FOS, sendo sua potência máxima de fermentação na parte distal do cólon.

Atualmente uma das formas de se aumentar o número de microrganismos benéficos da microbiota intestinal é a utilização de ingredientes prebióticos e para ser capaz de gerar o efeito bifidogênico é necessário que a contagem de culturas probióticas no cólon seja maior ou igual a 10^6 UFC/g de material fecal (GIBSON e FULLER, 2000; ARUNACHALAM, 1999).

1.4.2 Efeitos na resposta glicêmica

De forma similar as fibras solúveis, inulina e o FOS são bons agentes formadores de gel e como tal influenciam a absorção dos macronutrientes, em especial dos carboidratos, retardando o esvaziamento gástrico diminuindo o tempo de trânsito intestinal, fato que poderá influenciar a resposta glicêmica (SAAD, 2006).

No entanto esses efeitos ainda não são compreendidos totalmente, e os dados disponíveis são às vezes contraditórios, indicando que estes efeitos dependem das condições fisiológicas dos indivíduos (KAUR e GUPTA, 2002).

Segundo Lajolo e Menezes (2006), alimentos que contém carboidratos lentamente digeridos têm mostrado eficácia no controle da saciedade, resistência à insulina, e nos níveis plasmáticos de glicose e insulina. Indicadores foram criados para avaliar a velocidade de hidrólise do amido e verificar sua possível utilidade para predizer a resposta glicêmica. Um desses indicadores é o índice glicêmico (IG) que classifica os alimentos de acordo com seu potencial de aumentar a glicose sanguínea, propiciando aos indivíduos selecionar melhor os alimentos na elaboração de dietas.

Outro marcador que mede o impacto glicêmico do alimento é a carga glicêmica (CG) e é calculado pela multiplicação do IG do alimento pela quantidade de carboidratos disponíveis contida na porção deste, dessa forma tem a finalidade de relacionar a resposta glicêmica com a quantidade e qualidade dos carboidratos ingeridos (SAMPAIO et al., 2007).

No entanto, vale salientar que ambos os indicadores não podem ser considerados isoladamente na avaliação e na escolha dos alimentos, pois inúmeros fatores nutricionais devem ser considerados, entre eles, a quantidade de carboidratos, tipo de açúcar (glicose, frutose, sacarose, lactose), teor de amilose e amilopectina, amido resistente, cocção e processamento, tamanho das partículas, outros constituintes do alimento, como gorduras e interações amido-proteína e amido-lipídeo (ADA, 2002; MONRO e SHAW, 2008).

Considerando que estes fatores podem influenciar a resposta glicêmica, novas terminologias estão sendo evidenciadas na literatura, por exemplo, os carboidratos ditos não-

glicêmicos, ou seja, carboidratos que alcançam o intestino grosso sem ser metabolizados, enquanto os hidratos de carbono que fornecem glicose no seu metabolismo são chamados de carboidratos glicêmicos (CUMMINGS e STEPHEN, 2007).

1.4.3 Utilização dos frutanos como substituto de gordura

Apesar da forma mais comum de se consumir yacon seja *in natura*, muitos produtos como xarope, suco, *chips* e chá, têm sido desenvolvidos a fim de aproveitar as potencialidades desse alimento. No Japão, as raízes tuberosas são transformadas em produtos de panificação, bebidas fermentadas, pó ou polpa liofilizada, picles entre outros (MANRIQUE e PÁRRAGA, 2005).

O elevado teor de frutanos presentes no yacon apresenta vantagem durante o processamento térmico, uma vez que são açúcares não-redutores e, portanto, não são susceptíveis à reação de Maillard (SANTANA e CARDOSO, 2008).

Quanto à estabilidade, os frutanos são estáveis a valores de pH superiores a 3 e temperaturas de até 140°C. Desse modo não são degradados na maioria dos processos térmicos utilizados nas indústrias de alimentos (MOURA, 2004).

O fato de apresentar cadeia maior, a inulina é menos solúvel que os FOS e tem a habilidade de formar microcristais quando misturada em água ou leite. Esses microcristais não são percebidos na boca, mas interagem para formar uma textura cremosa que promovem uma sensação semelhante à gordura.

Altas concentrações de inulina quando misturadas à água ou outro líquido, formam estruturas semelhantes a géis, permitindo seu uso como substituto de gorduras, sem comprometer sabor ou textura do alimento, devido a sua capacidade de estabilizar a água em uma estrutura cremosa, mantendo a mesma percepção de paladar da gordura (FRANCK, 2002). Entretanto, alguns fatores interferem nas características do gel, por exemplo, o teor de água, grau de polimerização da inulina, temperatura de gelatinização, adição de outros hidrocolóides e método de preparação (GRUHN, 1994; SILVA, 1996; BONDT, 2003).

Diante destas evidências a inulina tem sido usada com sucesso como substituto de gordura em vários produtos alimentares como bolos, chocolates, embutidos, produtos lácteos e de panificação (NINESS, 1999). E na maioria dos casos, a substituição de gordura por inulina nos alimentos se obtém sem grandes mudanças no processo de produção (RICHTER e LANNES, 2007).

Outra aplicação é a diminuição do ponto de congelamento de sobremesas, pela capacidade de ligação com água na proporção 2:1, ou seja, duas moléculas de água para cada molécula de inulina (KAUR e GUPTA, 2002).

Após estudos realizados por Gallardo et al (2002) concluiu-se que a adição de 5,7% de inulina a um pão branco, em substituição à gordura não afetou as características sensoriais, podendo ser uma alternativa viável para indústria devido a sua importância nutricional, além de ser um alimento de amplo consumo popular.

Pesquisas que avaliaram a aplicação de farinha de yacon em produtos à base de cereais como bolo inglês, biscoitos e *snacks* à base de arroz, verificaram que os frutooligossacarídeos foram conservados após o processamento do yacon para a obtenção da farinha e permaneceram em concentrações satisfatórias, de modo a suprir a ingestão nutricional de acordo com padrões difundidos na literatura (MARANGONI, 2007).

Brasil (2006) também estudando pães enriquecidos com inulina, verificou que a incorporação de 6% deste frutano resultou em produto *light* em gordura, segundo a legislação vigente e com boa qualidade sensorial.

Anantharaman, Ballevre e Rochat (1999) desenvolveram um produto à base de amido gelatinizado com adição de inulina e evidenciaram que o mesmo poderia ser consumido como cereal matinal.

A inulina também tem sido adicionada a produtos lácteos, como iogurtes, com o objetivo de substituir total ou parcialmente a gordura, obtendo resultados satisfatórios (GUVEN et al., 2005; FUCHS et al., 2005; BORTOLOZO e QUADROS, 2007).

Outros produtos como coberturas de sorvetes (LESENS *et al.,* 2000; EL NAGAR et al, 2002), pastas de nozes (MEADE, 2000), chocolates (ZUMBE e SANDERS, 1999), margarinas e manteigas (BULIGA *et al.,* 1996) também têm sido elaborados pela indústria de alimentos, com o objetivo de obter alimentos com baixo valor calórico e propriedades prebióticas.

1.5 Considerações sobre o pão

O pão é considerado um alimento popular de grande importância nutricional pelo seu elevado teor em carboidratos complexos. É um dos produtos alimentícios mais estudados com relação a características tecnológicas como a elasticidade da massa, o aspecto da crosta, a crocância da casca, o volume e o sabor em diferentes situações de produção, como o tratamento da massa, a qualidade do trigo, entre outras (SOMMIER et al., 2005).

Atualmente, as empresas de panificação no Brasil, atingem altos indicadores de produtividade. O brasileiro consome, em média, 27 kg de pão por ano, representando 12% do orçamento familiar para alimentação. Esta quantidade é considerada pouca se comparado à recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), 60 kg per capita. Em relação a outros países, o consumo também é baixo, já que, na Argentina, são consumidos 73 kg/capita/ano e, no Chile, 93 kg/ capita/ ano (BRASIL, 2003).

Devido ao seu amplo consumo, o pão branco revela-se um produto que pode ser enriquecido com subprodutos para fornecimento de nutrientes ou componentes com alegações de propriedades funcionais.

Além da tradicional farinha de trigo, outros grãos também são utilizados no processo de fabricação de pães, como por exemplo, farinha de centeio, aveia e soja. A farinha de yacon vem sendo utilizada recentemente como ingrediente na formulação de pães com reduzido valor calórico, obtendo um bom nível de aceitabilidade (SILVA, 2007).

Demais ingredientes fontes de fibras também são adicionados aos pães, por exemplo, a linhaça, quinua, yacon visando à obtenção de um produto rico em fibras. No entanto, a quantidade e a qualidade das fibras adicionadas podem alterar os produtos finais quanto a suas características reológicas e sensoriais (WANG, ROSELL e BARBER, 2002).

Alimentos contendo os referidos constituintes representam, hoje, a prioridade de pesquisa na área de ciência e tecnologia de alimentos (KIMURA, 2002). Entretanto, nem todos os compostos bioativos possuem alegação funcional comprovada pela legislação brasileira de alimentos (BRASIL, 1999). Neste sentido, o desenvolvimento de novos produtos adicionados com substâncias funcionais comprovadas cientificamente em quantidade suficientes para promover efeitos sistêmicos, é relevante, tendo em vista, a exigência da população por produtos que atendam necessidades fisiológicas específicas.

Materiais e Métodos

1. MATERIAIS E MÉTODOS

1.1 Materiais

1.1.1 Ingredientes para formulação dos pães

Farinha de trigo sem fermento, farinha de yacon, fermento biológico fresco, gordura vegetal hidrogenada, leite integral UHT, açúcar cristal e sal.

O yacon, para produção da farinha, foi proveniente do CEASA (Região Metropolitana do Recife) e os demais ingredientes foram obtidos no comércio local da cidade do Recife – PE.

1.2 Métodos

1.2.1 Processamento da Farinha de Yacon

Inicialmente o yacon *in natura* foi lavado em água corrente e sanitizado em solução clorada a 200 ppm por 10 minutos. Foi feito descascamento manual em água corrente e fatiamento das raízes em lâminas de 0,3 cm de espessura. Para inativar as enzimas responsáveis pelo escurecimento (polifenoloxidase e peroxidase), as lâminas foram imersas em uma solução de cloreto de cálcio a 1% por 30 minutos. Em seguida, submetidas à secagem em estufa ventilada a 55°C por 24 horas, e posteriormente trituradas em microprocessador para a obtenção da farinha (figuras 3 e 4).

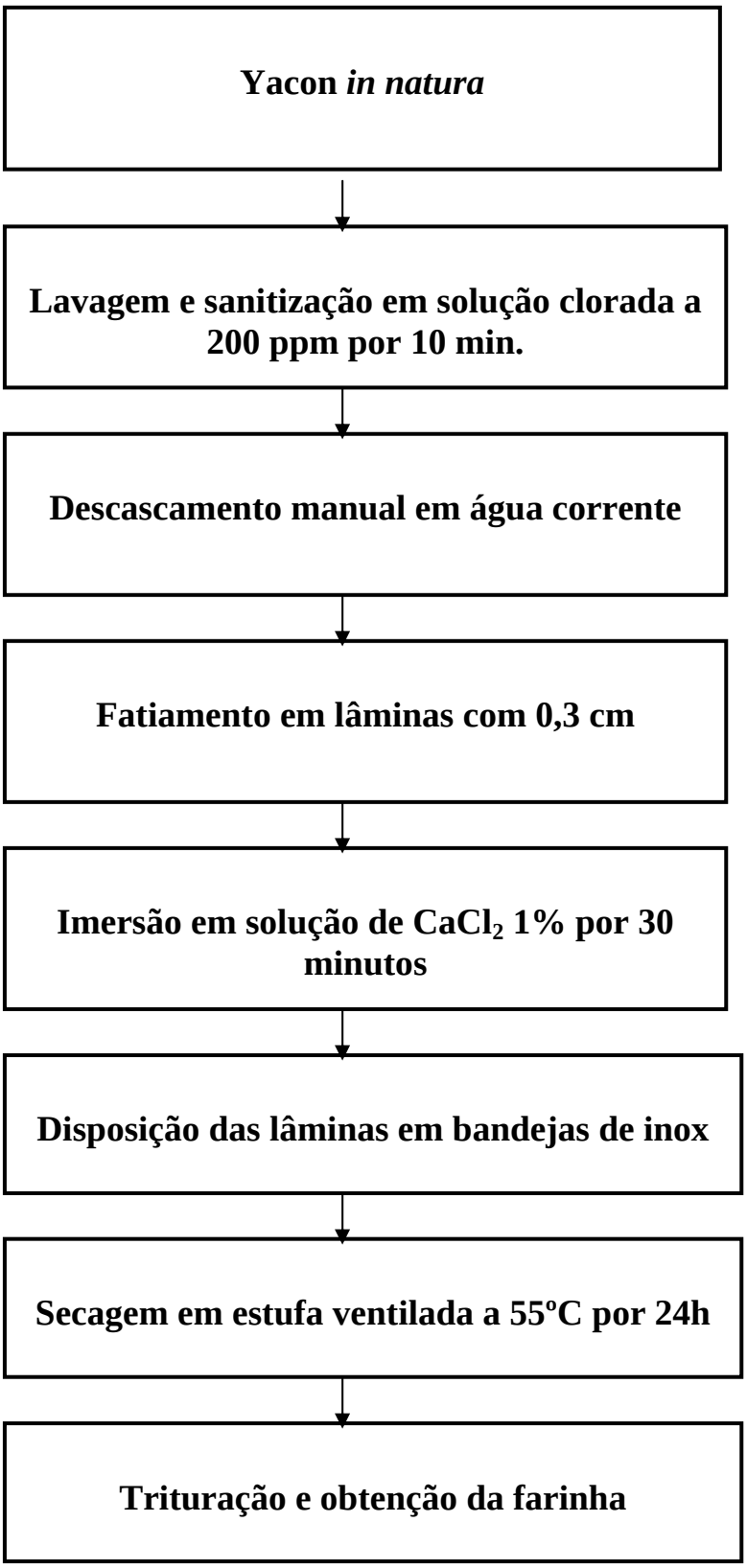
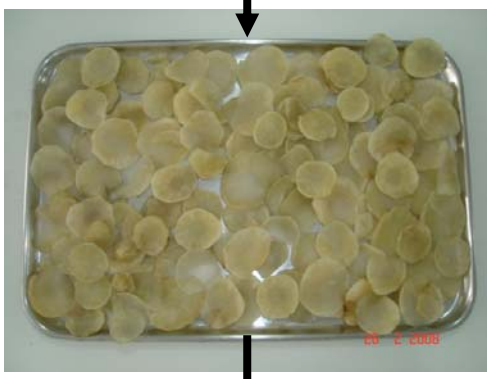


Figura 3. Fluxograma de obtenção da farinha de yacon.

Raiz de yacon *in natura*

Yacon fatiado em lâminas finas (0,3 cm) e imerso em solução de $CaCl_2$



Disposição das lâminas em bandejas de inox

Yacon seco

Farinha de yacon

Figura 4. Processamento do yacon para obtenção da farinha.

1.2.2 – Análise microbiológica da farinha de yacon

Com o objetivo de avaliar a inocuidade da farinha, foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos - LEAAL, análises de coliformes a 45°C, *Bacillus cereus* e *Salmonella* sp. (AOAC, 2002) conforme a RDC n°12/2001 (BRASIL, 2001).

1.2.3 Análise Granulométrica

A farinha de yacon foi caracterizada quanto a sua granulometria, determinando-se a distribuição do tamanho das partículas e o diâmetro médio da partícula, segundo MATSUO & DEXTER (1980). Uma amostra de 100 g foi depositada no conjunto de peneiras (30; 40; 50; 60 e 80 mesh - ABNT) do agitador de peneiras Produtest (Telastem LTDA, modelo T, São Paulo, Brasil). Este sistema de peneiras foi submetido à vibração durante 10 minutos com o potenciômetro ajustado para a escala máxima de vibração (10). Após pesagem, foi calculada a porcentagem de farinha retida em cada peneira.

1.2.4 Caracterização da farinha

A composição centesimal da farinha de yacon foi determinada pelas análises de umidade, resíduo mineral fixo, proteínas, extrato etéreo, fibras e frações e carboidratos por diferença (AOAC, 2002).

1.2.5 Formulação dos pães

Os pães foram obtidos utilizando máquina para fabricação de pães da marca Britânia, no Setor de Técnica Dietética e Análise Sensorial do LEAAL.

Os ingredientes utilizados para fabricação das amostras de pães estão demonstrados na tabela 1, correspondendo à amostra P o pão padrão sem farinha de yacon, amostra A, pão adicionado de 6% de farinha de yacon, e a amostra B, pão adicionado de 11% de farinha de yacon.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes nas formulações dos pães.

Ingredientes	Formulações		
	Amostra Padrão (P) (%)	**Amostra Experimental A (%)**	**Amostra Experimental B (%)**
Farinha de trigo sem fermento	100	100	100
Farinha de yacon	0	6	11
Sal	2	2	2
Açúcar cristal	1	1	1
Fermento biológico	4	4	4
Leite integral UHT	60	62	63
Gordura vegetal hidrogenada	6	3	0

1.2.6 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada no Setor de Técnica Dietética e Análise Sensorial do LEAAL, por meio do Teste de Análise Descritiva Quantitativa (BRASIL, 2005).

1.2.6.1 *Análise Descritiva Quantitativa*

- Seleção dos Provadores

Um corpo de 16 provadores foi escolhido aleatoriamente para realização do teste de sensibilidade aos sabores básicos (Teste Threshold de Reconhecimento) (Apêndice 1), para se avaliar o poder discriminativo de cada voluntário. Foram selecionados 11 provadores para compor a equipe descritiva, os quais acertaram no mínimo 70% dos sabores básicos (ANZALDUA-MORALES, 1994).

- Definição da Terminologia Descritiva

As amostras foram apresentadas uma a uma aos provadores, estes descreveram as similaridades e diferenças entre cada amostra com relação à aparência global, aroma, cor, sabor e textura. Em seguida, de posse de uma lista de termos descritivos levantados na

literatura, sob a supervisão do líder da equipe, os provadores discutiram o significado de cada termo. Dessa forma, pelo consenso da equipe sensorial, foi elaborada uma ficha de avaliação sensorial contemplando a definição de cada termo descritivo (tabela 2).

A ficha de avaliação apresenta uma escala não estruturada para cada termo descritivo levantado. A escala foi composta de uma linha de 9 cm, tendo expressões quantitativas (pontos âncora) nas extremidades esquerda (equivalente ao ponto um) e direita (equivalente ao ponto nove) com os termos: "claro" / "escuro" / "pouco" / "muito" / "leve" / "pesada", entre outros (figura 5). Os provadores por meio de um traço vertical na escala escolhiam a melhor posição que refletisse a sua avaliação para cada termo descritivo. Os valores eram obtidos medindo-se a distância entre os pontos-âncoras da extremidade esquerda e o traço vertical feito pelo provador, com auxílio de uma régua (BRASIL, 2005).

Tabela 2. Definições dos termos descritivos para as amostras de pães.

Descritores	**Definições**
Aroma característico de pão	Aroma característico de pão de forma quente.
Cor do miolo	Cor característica amarelo clara de pão de fôrma
Porosidade	Tamanho das cavidades formadas. Deformações no miolo. Presença de buracos.
Uniformidade do miolo	Homogeneidade da massa em relação à sua aparência global.
Textura	Número de mastigações necessárias antes da deglutição.
Sabor característico de pão	Sabor característico de pão de fôrma.
Umectância	Sensação provocada pela quantidade de água no alimento.
Aderência	Força necessária para superar a tração entre o alimento e o palato e/ou dentes.
Untuosidade	Facilidade que a manteiga desliza na superfície da amostra com auxílio de espátula.

NOME: _____ Data: ___/___/___

Você está recebendo uma amostra de pão. Analise cuidadosamente a amostra quanto aos atributos listados abaixo e registre sua opinião traçando uma reta no continnum que corresponde à avaliação.

CÓDIGO DA AMOSTRA: _____

Aroma caracteristico

_____

Pouco Muito

Cor do miolo

_____

Amarelo claro Amarelo escuro

Porosidade

_____

Fechada Aberta

Uniformidade do miolo

_____

Pouco Muito

Textura

_____

Leve Pesada

Sabor característico

_____

Pouco Muito

Umectância

_____

Baixa Alta

Aderência

_____

Baixa Alta

Untuosidade

_____

Baixa Alta

Qualidade Global

_____

Baixa Alta

Figura 5. Ficha de análise sensorial dos pães.

- Avaliação das Amostras

Em cabines individuais, os pães foram servidos em recipiente branco identificado com números de três algarismos aleatórios, em blocos completos balanceados, com três repetições, acompanhados de água a temperatura ambiente, juntamente com a ficha gerada com os termos descritores. Para avaliação do aroma foi oferecido ao provador um recipiente fechado, contendo pedaços do pão em estudo. Para o critério untuosidade, o provador dispôs de manteiga a temperatura ambiente para ser passada sobre o pão (figura 6).

Figura 6. Forma de apresentação das amostras para análise sensorial.
Fonte: Arquivo pessoal.

1.2.7 Análise Física – Caracterização Cromática

A determinação da cor dos pães foi efetuada no setor de Físico-Química do LEAAL, utilizando colorímetro marca Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc.). As cores das amostras dos pães foram avaliadas através do sistema de leitura de três parâmetros, o CIE L*a*b* (Comissão Internacional de Iluminantes) (figura 7).

O parâmetro L* define a luminosidade (L* = 0 preto e L* = 100 branco) e a* e b* são responsáveis pela cromaticidade (+a* vermelho e -a* verde, + b* amarelo e -b* azul). Para cada tratamento, as determinações foram efetuadas em triplicata e os resultados expressos como média (MCGUIRE, 1992).

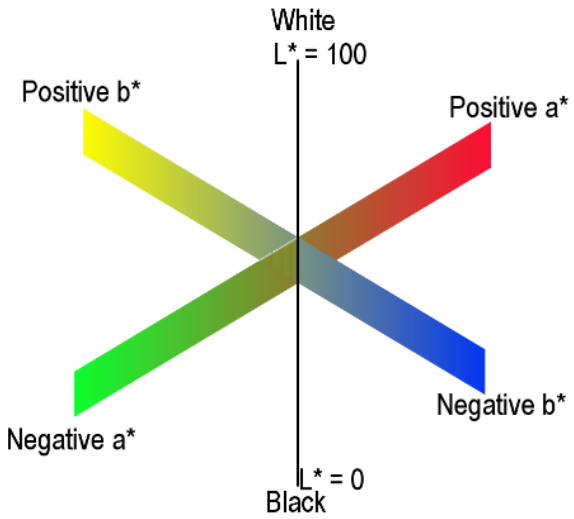


Figura 7. Sistema de coordenadas de cores CIELAB, 1976 (Fonte: Star Color, 2004).

1.2.8 Análises de Composição Centesimal dos pães

A composição centesimal dos pães foi realizada no setor de Físico-Química do LEAAL, seguindo a metodologia da AOAC (2002). Nas amostras em triplicata foram determinados: umidade (método 935.29); resíduo mineral fixo (método 930.22-32.308), proteínas (método 991.20-33.2.11), extrato etéreo (método 963.15-31.4.02) e carboidratos por diferença.

As fibras (insolúvel e solúvel) foram determinadas pelo método integrado da AOAC 985.29 e QUEMENER et al., (1994) e QUEMENER et al., (1997) com adaptações (figura 8) e a fibra alimentar total calculada pelo somatório destas frações.

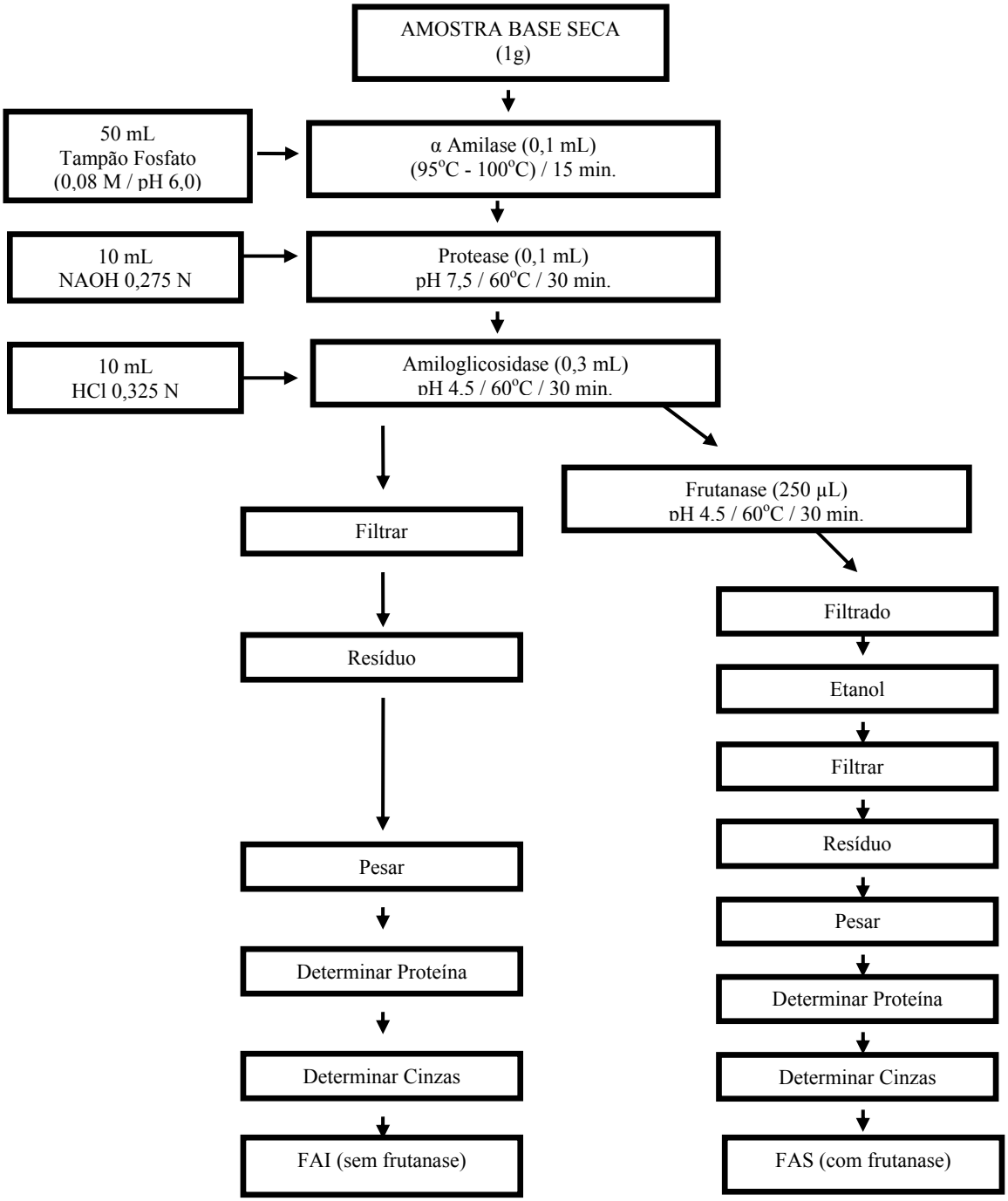


Figura 8. Esquema analítico para determinação de fibra (AOAC 985.29) e Quemener *et al*. (1994) e Quemener *et al*. (1997) com adaptações.

FAS (Fibra Alimentar Solúvel)

FAI (Fibra Alimentar Insolúvel)

1.2.9 Determinação do Índice Glicêmico “in vitro” e Carga Glicêmica

Para determinação do índice glicêmico, os pães foram secos em estufa 105°C durante 1 hora e em seguida triturados. A determinação do índice glicêmico foi realizada de acordo com o método desenvolvido por Gõni et al., (1997). O preparo dos tampões utilizados nesta determinação estão descritos no apêndice 2.

Ao final, a concentração de glicose foi determinada enzimaticamente por meio do método oxidase-peroxidase (utilizando o kit para determinação de glicose, Glicose PAP Liquiform da Labtest, conforme figura 9) e o cálculo da glicose calculado segundo a fórmula indicada pelo fabricante:

Glicose (mg/dL) = Absorbância do teste / Absorbância do padrão X 100

Para calcular o índice glicêmico (IG) foi determinada a curva de hidrólise da glicose de acordo com o programa de Desenho Técnico AUTOCAD (2008). Em seguida, o IG foi obtido com base na relação entre a curva do alimento referência (pão francês) e área da curva de hidrólise do alimento em estudo:

IG = Área do alimento teste / Área do alimento referência X 100

A carga glicêmica (CG) foi calculada pela multiplicação do IG do alimento pela quantidade de carboidrato disponível contida na porção consumida do pão.

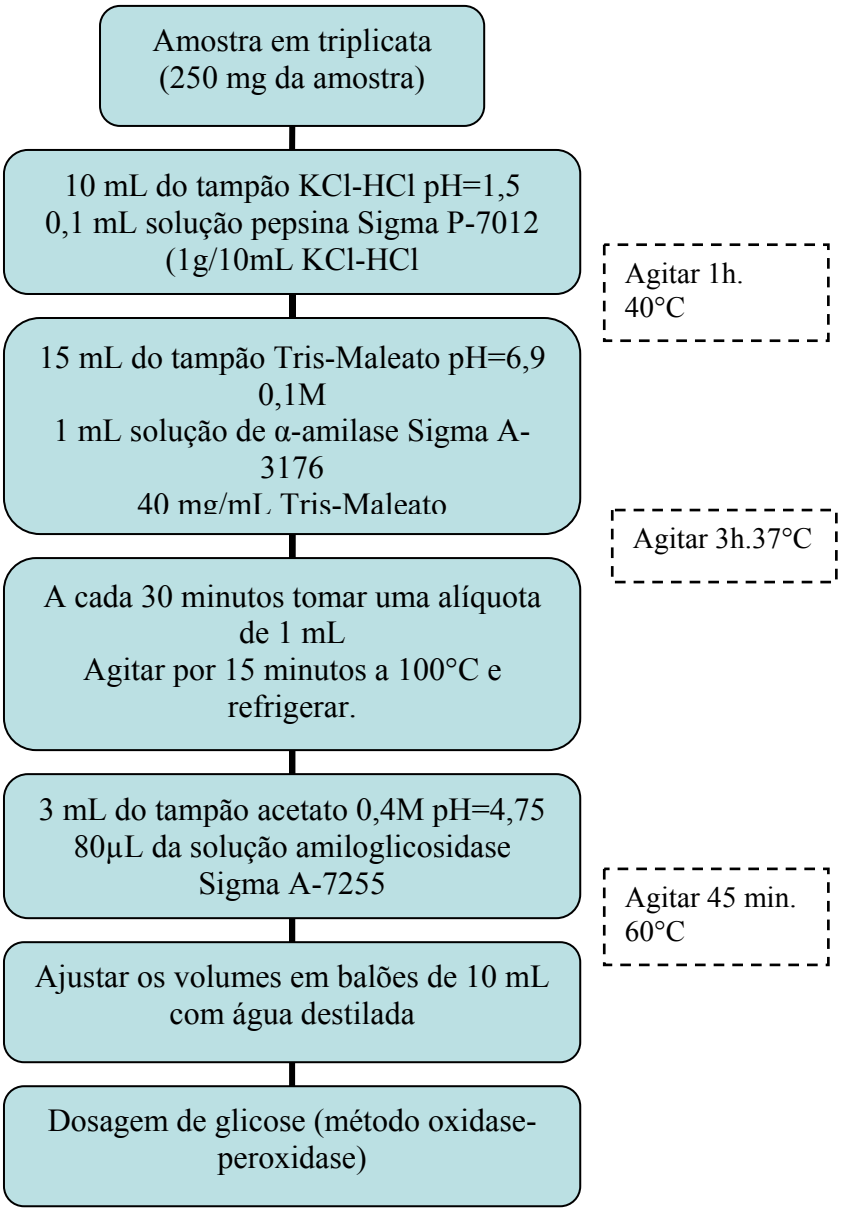


Figura 9. Esquema analítico da determinação do índice glicêmico.

1.2.10 Determinação do Potencial Prebiótico

A determinação do efeito prebiótico seguiu a metodologia proposta por Cambrodón e Martín-Carrón (2001), com modificações sugeridas por Salgado et al. (2006) e Silveira et al., (2008). A verificação de potencial prebiótico constou de duas etapas: fermentação e estudo do líquido metabólico por meio da contagem de bactérias probióticas (lactobacilos e bifidobactérias).

- Preparo do Meio de Fermentação

Para o meio de fermentação, foram preparadas duas soluções denominadas A e B (tabela 3). O meio de fermentação foi obtido pela proporção de 5 mL da solução B em 1 litro da solução A (BARRY et al., 1995).

Tabela 3. Concentração de reagentes para o meio de fermentação.

Reagentes	Concentração g/L
SOLUÇÃO A	
Bicarbonato de Sódio ($NaHCO_3$)	9,2400
Fosfato de sódio dibásico (Na_2HPO_4)	7,1250
Cloreto de Sódio (NaCl)	0,4700
Cloreto de Magnésio ($MgCl_2$)	0,1173
Cloreto de Potássio (KCl)	0,4500
Sulfato de Sódio Anidro (Na_2SO_4)	0,1000
Cloreto de Cálcio ($CaCl_2$)	0,0550
Ureia (CH_4N_2O)	0,4000
SOLUÇÃO B	
Sulfato de ferro II ($FeSO_4$)	3,6800
Sulfato de Manganês ($MnSO_4$)	1,4145
Sulfato de Zinco ($ZnSO_4$)	0,4400
Cloreto de cobalto ($CoCl_2$)	0,1200
Sulfato de cobre ($CuSO_4$)	0,0980
Molibidato de amônio [$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$]	0,0174

- Preparo do Inóculo

O inoculo foi preparado a partir de fezes de lactente alimentado exclusivamente com leite materno. As fezes foram suspensas no meio de fermentação, elaborado conforme Barry et al., (1995), na proporção 10 mL/g de fezes e incubadas a 37°C, sob sistema de anaerobiose, durante 12 horas.

- Fermentação *in vitro*

Amostras de 100 mg do pão foram colocadas em tubos de ensaio com 8 mL do meio de fermentação proposto por Barry et al., (1995), incubadas a 37°C em estufa em jarra de Gaspak, sob anaerobiose, por 12 horas.

Posteriormente, a cada tubo de ensaio foi adicionado 2 mL do inóculo. Dessa forma foram mantidos em sistema de anaerobiose, em banho-maria com agitação (para simular um trânsito intestinal humano com movimentos peristálticos) e temperatura controlada a 37°C por 12h. A cada intervalo de 2h, uma alíquota de 1 mL do líquido metabólico, foi utilizada para determinação da contagem de bactérias probióticas (figura 10).

Seguindo o mesmo delineamento experimental, foi realizada também uma fermentação por 12h das fezes dos lactentes (inóculo) a qual serviu como padrão para as demais fermentações.

- Contagem de bactérias probióticas

Para contagem de bactérias probióticas foi utilizado o meio HHD Agar (Homofermentative Heterofermentative Differential Médium) (VANDERZANT E SPLITTSLOESSER, 2001). O meio de cultura para pesquisa das bactérias colônicas foi descrito conforme a APHA (2001).

Para a base da preparação do meio de cultura Ágar HHD foram dissolvidos os seguintes ingredientes em 1 litro de água destilada: frutose (2,5g), fosfato monopotássico (2,5g), peptona de caseína obtida por digestão pancreática (10,0g), peptona de farinha de soja (1,5g), caseína hidrolisada (3,0g), extrato de levedura (1,0g), tween 80 (antiespumante) (1,0g) e ágar base (20,0g). A solução foi esterilizada a 121°C/15 min, e o pH final foi verificado, variando entre 6,8-7,0.

Para o preparo da solução corante, foi dissolvido 0,1g do corante verde de bromocresol em 30 mL de solução de NaOH 0,01N. A solução foi esterilizada por filtração em membrana sob vácuo.

Posteriormente, foram adicionados 20 mL da solução de verde de bromocresol para cada litro de base estéril (meio Agar HHD), anteriormente resfriada e plaqueada imediatemente.

As amostras dos líquidos metabólicos foram plaqueadas em superfície e incubadas a temperatura de 37°C $\pm$ 1 por 72h sob anaerobiose em jarra de Gaspak com sistema gerador de anaerobiose.

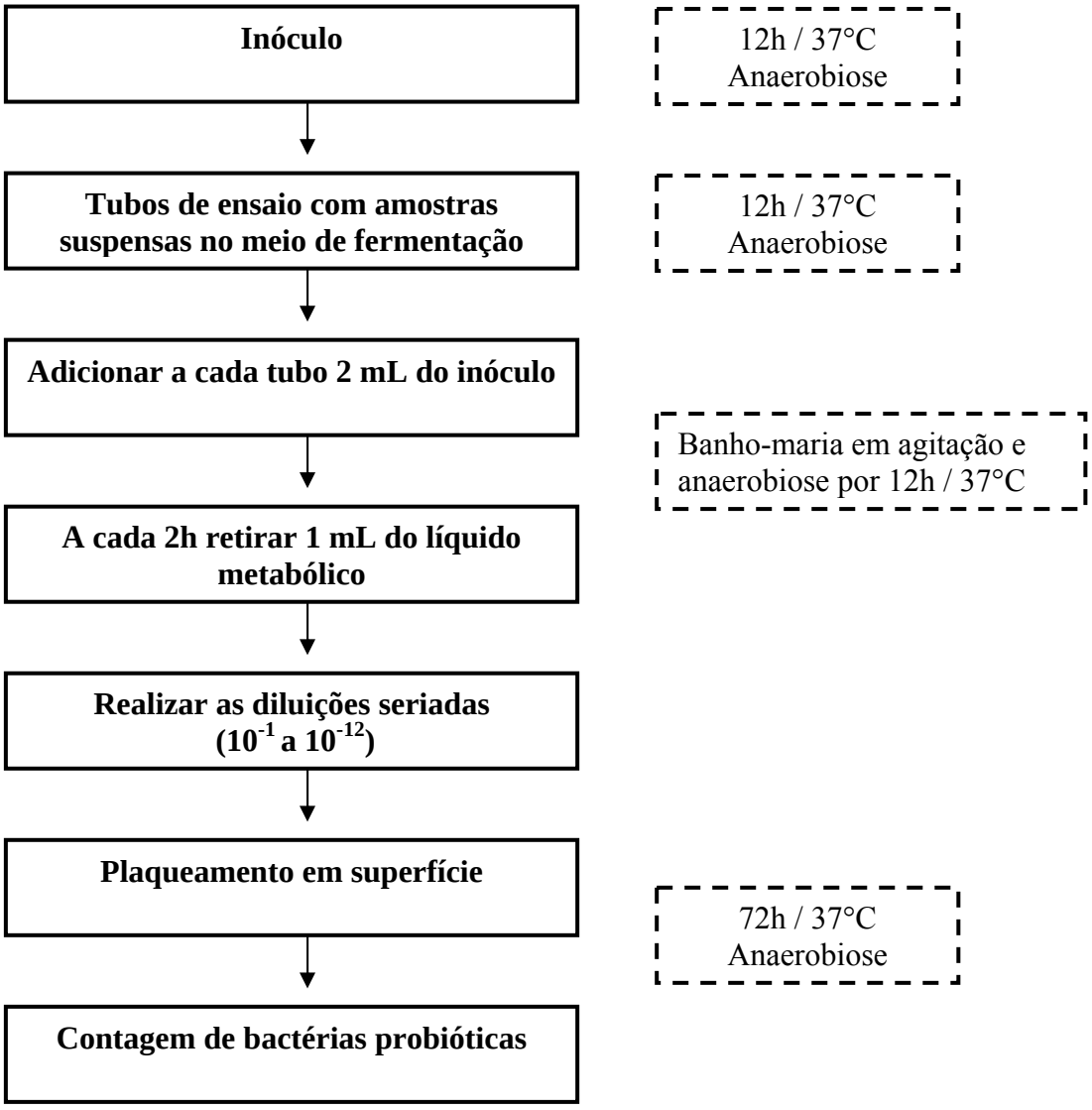


Figura 10. Determinação do potencial prebiótico “in vitro”.

1.3 Tratamento Estatístico

Os dados da composição centesimal foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e testes de comparação de médias de Duncan, ao nível de 5% de significância. Para tal foi utilizado o software STATISTIC (2002). As respostas sensoriais da ADQ foram avaliadas pela metodologia do Mapa de Preferência Interno, utilizando a análise multivariada de componentes principais (ACP) (MINIM, 2006).

Artigos científicos

ARTIGO 1.

(Enviado para publicação em 01/07/2008 para Revista Ceres ISSN 0034-737X) (Anexo 1)

MAPA DE PREFERÊNCIA DE PÃES FORMULADOS COM FARINHA DE YACON (S*mallanthus sonchifolius*)

Priscilla Moura Rolim[1**]

Vivianne Montarroyos Padilha[1]

Silvana Magalhães Salgado[2]

Alda Verônica Souza Livera[2]

Samara Alvachian Cardoso Andrade[2]

[1]Mestrandas do Curso de Pós-Graduação em Nutrição, Área Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

[2]Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Prof.ª Nonete Barbosa Guerra – LEAAL - Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

**Endereço para correspondência: Rua Raul Pompéia 384 Arruda Recife-PE- Brasil CEP: 52120-050

E-mail: priscillanutri@hotmail.com

RESUMO

MAPA DE PREFERÊNCIA DE PÃES FORMULADOS COM FARINHA DE YACON (*Smallanthus sonchifolius).*

Foram analisadas amostras de pães, formulados com diferentes concentrações de farinha de yacon, denominadas amostra A (pão com 6% de farinha de yacon e 3% de gordura), amostra B (pão com 11% de farinha de yacon sem adição de gordura) e amostra P (pão padrão, sem farinha de yacon). Para avaliação sensorial foi realizada a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), utilizando 11 provadores treinados, os quais definiram 10 atributos sensoriais (aroma, cor, porosidade e uniformidade do miolo, sabor, textura, umectância, untuosidade, adesividade e qualidade global). Também foi realizada análise física dos pães, através da caracterização cromática. Os resultados da ADQ foram analisados por análise de variância e testes de médias de Duncan, ao nível de 5% de significância. Os resultados da ADQ foram representados graficamente por análise multivariada de análise de componentes principais (ACP). Não houve diferença entre as amostra A e B em relação aos atributos porosidade, textura, sabor e qualidade global. A amostra A obteve média maior em atributos sensoriais indesejáveis, como aderência. Enquanto a amostra B apresentou maior média para o atributo umectância, devido ao maior teor de yacon. Na ACP, a soma de componentes principais 1 e 2 foi de 97,59%, ou seja, a variabilidade entre as amostras é quase totalmente explicada por estes dois componentes. Os resultados obtidos demonstram o grande potencial para o desenvolvimento de novos produtos utilizando alimentos fontes de prebióticos, como os frutanos do yacon.

Palavras-chaves: Análise sensorial, prebióticos, análise de componente principal.

ABSTRACT

PREFERENCE MAPPING OF BREAD MADE OUT OF YACON FLOUR (SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS)

Samples of bread made out of yacon were analyzed. Sample A (bread with 6% of yacon flour and 3% of fat), sample B (bread with 11% of yacon flour without fat) and sample P (Standard bread, without yacon flour). Quantitative Descriptive Analysis (ADQ) was carried out for sensorial evaluation, 11 experienced tasters were used and they defined 10 sensorial attributes (smell, color, crumb porosity and uniformity, flavor, texture, humectancy, unctuousness, adhesiveness and global quality). Physical analysis of the bread was also carried out, by means of chromatic characterization. The results of ADQ were analyzed by variance analysis and Duncan average tests, at the level of 5% significancy. ADQ results were represented in chart by multivariate analysis of principal components analysis (ACP). There was no difference between samples A and B as for porosity, texture, flavor, and global quality. Sample A got higher average concerning undesirable sensory attributes such as adherence. On the other hand sample B got higher average for humectancy, due to higher tenor of yacon which is a highly hygroscopic product. In ACP the sum of main components 1 and 2 was 97.59%, that is, the variability between the samples is nearly totally explained by these two components. Results obtained demonstrate the great potential for the development of new products using prebiotics source food such as the fructans from yacon.

Key words: Sensory analysis, prebiotics, principal component analysis.

1. INTRODUÇÃO

Prebióticos como os frutanos, inulina e frutooligossacarídeos (FOS), estão sendo utilizados, na sua forma isolada ou através de alimentos fonte, como ingrediente alimentício por razões nutricionais e tecnológicas.

Como exemplo tem-se o yacon (*Smallanthus sonchifolius),* fonte promissora de frutanos (QUINTEROS, 2000), que a partir de suas raízes tuberosas é possível obter farinha, aplicável a produtos com baixo teor de gordura e açúcar, reduzindo o valor calórico, além de propiciar benefícios fisiológicos.

Os efeitos que desempenham no organismo estão relacionados ao processo fermentativo no cólon, como o crescimento de bactérias não patógenas produtoras de ácidos graxos de cadeia curta que podem interferir no metabolismo lipídico (MEIER & LOCHS, 2007). Demais benefícios são a baixa cariogenicidade, aumento da absorção de cálcio, magnésio e ferro, estimulação da produção de vitaminas do complexo B, e inibição do estágio inicial do câncer de cólon, regularizando a função intestinal (ROBERFROID, 2005).

Do ponto de vista tecnológico, os frutanos são utilizados como substituto da gordura e do açúcar, tendo em vista a capacidade da inulina de formar géis estáveis e promover função umectante, e o poder edulcorante dos FOS, semelhante à sacarose, porém com aporte calórico reduzido (1,5Kcal/g).

Diante destas constatações cresce o interesse pelo desenvolvimento de "novos produtos com propriedades de alegações funcionais", que atendam aos anseios dos consumidores, ultimamente bastante exigentes quanto aos padrões de qualidade dos alimentos e conscientes da relação existente entre alimentação e saúde.

Um exemplo do crescimento de novos produtos, no Brasil, é o segmento de panificação (BRASIL, 2007). O pão considerado um alimento popular de elevado consumo na forma de lanches ou acompanhando as refeições, é bastante apreciado devido às suas características organolépticas e disponibilidade (BATTOCHIO, 2006). Atualmente existe uma grande variedade de pães enriquecidos com fibras alimentares de diversas fontes, propiciando à tecnologia de alimentos a criação de novas formulações, com vista à obtenção de produtos diferenciados no mercado.

Considerando os possíveis efeitos fisiológicos dos frutanos e sabendo da importância do pão na alimentação do brasileiro, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade sensorial de pães formulados com farinha de yacon.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Os ingredientes utilizados na fabricação dos pães foram adquiridos no comércio local de Recife - PE, observando-se adequação de apresentação e o prazo de validade. As raízes de yacon foram obtidas do Ceasa (Centro de Abastecimento da Região Metropolitana do Recife, PE).

Os ingredientes utilizados para fabricação das amostras de pães estão demonstrados no quadro 1, correspondendo a amostra P (pão padrão sem farinha de yacon), amostra A (pão adicionado de 6% de farinha de yacon) e amostra B (pão adicionado de 11% de farinha de yacon).

2.2 Métodos

2.2.1 Processamento da farinha de yacon

Inicialmente o yacon *in natura* foi lavado em água corrente e sanitizado em solução clorada a 200 ppm por 10 minutos. Feito o descascamento manual e em seguida o fatiamento em lâminas com 0,3 cm de espessura. Imerso em solução de cloreto de cálcio a 1% por 30 minutos. O mesmo foi submetido à secagem em estufa ventilada a 55°C por 24 horas, posteriormente triturado em microprocessador, para a obtenção da farinha com granulometria de 35 mesh, e armazenadas em dessecador a 15°C.

2.2.2 Análise Descritiva Quantitativa

2.2.2.1 Seleção dos Provadores

Um corpo de 16 provadores foi escolhido aleatoriamente para realização do teste de sensibilidade aos sabores básicos (Teste Threshold de Reconhecimento) (Apêndice 1), para se avaliar o poder discriminativo de cada voluntário. Foram selecionados 11 provadores para compor a equipe descritiva, os quais acertaram no mínimo 70% dos sabores básicos (ANZALDUA-MORALES, 1994).

2.2.2.2 Definição da Terminologia Descritiva

As amostras foram apresentadas uma a uma aos provadores, estes descreveram as similaridades e diferenças entre cada amostra com relação à aparência global, aroma, cor, sabor e textura. Em seguida, de posse de uma ampla lista de termos descritivos levantados na literatura, sob a supervisão do líder da equipe, os provadores discutiram o significado de cada termo. Dessa forma, pelo consenso da equipe sensorial, foi elaborada uma ficha de avaliação sensorial contemplando a definição de cada termo descritivo (tabela 1).

A ficha de avaliação apresenta uma escala não estruturada para cada termo descritivo levantado. A escala foi composta de uma linha de 9 (nove) cm, tendo expressões quantitativas (pontos âncora) nas extremidades esquerda (equivalente ao ponto um) e direita (equivalente ao ponto nove) com os termos: "claro" / "escuro" / "pouco" / "muito" / "leve" / "pesada", entre outros (quadro 2). Os provadores através de um traço vertical na escala escolhiam a melhor posição que refletisse a sua avaliação para cada termo descritivo. Os valores eram obtidos medindo-se a distância entre os pontos-âncoras da extremidade esquerda e o traço vertical feito pelo provador, com auxílio de uma régua (BRASIL, 2005).

2.2.2.3 Avaliação das Amostras

Os pães foram servidos em recipiente branco identificado com números de três algarismos, em blocos completos balanceados, com três repetições, acompanhados de água a temperatura ambiente, juntamente com a ficha gerada com os termos descritores, em cabines individuais, no Laboratório de Análise Sensorial. Para avaliação do aroma foi oferecido ao provador um recipiente fechado, contendo pedaços do pão em estudo. E para o critério untuosidade, o provador dispôs de manteiga a temperatura ambiente para ser passada sobre o pão.

Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e testes de comparação de médias de Duncan, ao nível de 5% de significância. Para tal foi utilizado o software STATISTICA (2002). As respostas sensoriais foram avaliadas pela metodologia do Mapa de Preferência, utilizando a análise multivariada de componentes principais (ACP) (MINIM, 2006).

2.2.3 Caracterização Cromática dos Pães

A avaliação das cores dos pães foi realizada através do sistema de leitura de três parâmetros, o CIELAB, também conhecido como espaço L* a* b* (MCGUIRE, 1992). O parâmetro L* está associado à luminosidade das amostras e pode variar de 0 a 100, sendo que os valores mais altos de L* (próximos de 100) caracterizam as amostras mais claras e os menores valores de L* (menores que 50) caracterizam amostras mais escura. A coordenada cromática a* está associada à dimensão verde-vermelho; valores positivos de a* indicam amostras na região do vermelho, valores negativos de a* indicam amostras na região do verde. A coordenada cromática b* está associada à dimensão azul-amarelo; valores positivos de b* indicam amostras na região do amarelo, valores negativos de b* indicam amostras na região do azul.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

Os resultados descritos na tabela 2 demonstraram que as amostras experimentais obtiveram médias superiores à amostra padrão nos atributos cor do miolo, textura e umectância. Para os atributos porosidade, textura, sabor característico e qualidade global, não houve diferença significativa entre as amostra A e B.

Embora a amostra B (11% de farinha de yacon) tenha sido elaborada com maior teor de farinha de yacon, foi à amostra A (6% de farinha de yacon) que obteve a maior média no atributo sensorial aderência considerado pouco desejado pelo consumidor. Este fato pode ser explicado por uma possível interação entre a gordura e a farinha de yacon, provocando uma textura mais pesada e pegajosa, ocasionando maior aderência.

Com relação ao atributo umectância à amostra B obteve a maior média provavelmente pelo maior teor de frutanos resultar numa elevada capacidade de reter água pelo produto. A interação frutano-água também reflete no atributo untuosidade, pois os pães com farinha de yacon mostraram menor capacidade de deslizamento da manteiga sobre sua superfície.

A distribuição gráfica dos resultados apresentados na figura 1 confirma que as amostras experimentais apresentaram maior semelhança entre si do que o pão padrão. Apesar das médias terem sido um pouco mais elevadas na análise do pão padrão, a aceitação dos

demais pães contendo farinha de yacon, pode ser considerada boa, uma vez que gerou resultados superiores a 6,0 na qualidade global.

No gráfico da ACP (figura 2) cada amostra de pão é representada por um ponto, no qual cada ponto corresponde ao valor médio atribuído pela equipe sensorial, em cada repetição. Amostras similares ocupam regiões próximas no gráfico e são caracterizadas pelos vetores (atributos) que se apresentam mais próximos a elas. Pode-se observar que as amostras ficaram bem distintas umas das outras, marcadas pelas localizações bem definidas de cada uma nos gráficos.

Ao analisar a primeira componente principal que reproduz 87,65%, constata-se que conforme esperado, o pão padrão obteve escores mais positivos, sendo melhor representado pelos atributos sensoriais: sabor característico, uniformidade do miolo, porosidade, aroma característico, untuosidade e qualidade global, confirmado pelas maiores e significativas notas obtidas em todos estes atributos (tabela 2).

Este fato pode ser justificado devido principalmente à presença da gordura em sua formulação, uma vez que este nutriente confere maior expansão da massa, contribui para um miolo de textura mais suave e produz uma crosta mais fina e macia (EL-DASH, 1994).

Quanto ao pão B (11% de farinha de yacon) apesar de apresentar escores mais negativos, caracterizado pelos atributos cor do miolo, textura e umectância, obteve boas notas para o atributo qualidade global. Apresentou cor mais amarela escura, textura mais pesada e mais úmida, também confirmado pelas notas da tabela 2.

Na segunda componente principal, que representa 8,91% das informações, pode-se observar que o pão A (6% de farinha de yacon) possui escores positivos, caracterizando este produto pelo atributo aderência, uniformidade e untuosidade. Por conter percentuais de gordura na sua composição, sugere-se que a farinha de yacon no pão A interagiu com a gordura, deixando o pão mais aderente quando consumido.

A maior parte das variações que ocorreram entre as amostras foi explicada pelo componente principal 1, mas quando avaliado associado ao componente principal 2 observou-se que explicavam 97,59% das informações contidas nos valores médios das 10 variáveis sensoriais,ou seja, a variabilidade entre as amostras pôde ser bem explicada utilizando apenas esses dois eixos (figura 2).

3.2 Caracterização cromática das amostras

Na tabela 3 verifica-se os valores do parâmetro L* e das coordenadas cromáticas a* e b* da análise de cor das amostras dos pães. As amostras dos pães se apresentaram nas regiões do verde e do amarelo e com valores do parâmetro L* acima de 50 (L*>50), caracterizando-as como amostras claras. Observa-se que a amostra B (11% de farinha de yacon) apresentou valor de L* um pouco menor que as amostras P e A, indicando que esta amostra foi significativamente mais escura, resultante da cor da matéria-prima utilizada.

O pão com 6% de farinha de yacon na coordenada cromática a* apresentou valor inferior aos pães padrão e B, ou seja, sua intensidade para o verde foi mais acentuada. Na coordenada b* pode-se constatar que as três amostras apresentaram uma coloração mais amarelada, uma vez que seus valores foram positivos.

Comparando os resultados da colorimetria com o atributo sensorial cor do miolo, observou-se que todas as amostras diferiram significativamente entre si. A cor do miolo do pão padrão e A apresentaram-se mais clara, comprovada pelo valor L* demonstrado na tabela 3. No entanto, na amostra B verificou-se um escurecimento do miolo, proporcional a adição de farinha de yacon.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, foi possível concluir que não houve diferença entre os pães adicionados de farinha de yacon em relação aos atributos porosidade, textura, sabor e qualidade global, entretanto o pão com 6% de farinha de yacon obteve maior média para o atributo aderência, fato indesejável na qualidade sensorial de pães. A análise descritiva quantitativa evidenciou que as características sensoriais das amostras foram dependentes da variação dos ingredientes utilizados nas formulações, sendo evidente o atributo cor, cujo pão com maior teor de farinha de yacon apresentou coloração mais escura.

Portanto, a fabricação de pães contendo farinha de yacon é promissora, uma vez possuem boa qualidade sensorial.

REFERÊNCIAS

Anzaldua-Morales A (1994) **La evalucación sensorial de los alimentos en la teoria y la práctica**. Editorial acribia: zaragoza. p.21-23.

Battochio JR (2006) Perfil sensorial de pão de forma integral. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas, 26(2): 428-433.

BRASIL. Associação Brasileira das Indústrias de Panificação e Confeitaria. In____. **Análise do mercado de pães** (2003). Disponível em: *http://www.abip.org.br*. Acesso em: 1º jun. 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos** / Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Brasília: Ministério da Saúde, p. 311-313, 2005.

El-dash A.; germani, r. **Tecnologia de farinhas mistas**: Uso de farinha mista de trigo e milho na produção de pães. Brasília: EMBRAPA-SP, v. 2, 81 p. 1994.

Minim VPR (2006) Análise sensorial: estudos com consumidores. Viçosa: Ed. UFV. 225p.

Mcguire RG (1992) Reporting of objective color measurements. **Hort science** 27(12): 1254-1555.

Meier R, Lochs H (2007) Pre-and probiotics**. Ther umsch (therapeutishe umshau. Revue therapeutique,** 64 (3): 161-9.

Quinteros T (2000) Produção com tratamento enzimático e avaliação do suco de yacon**. Tese** (doutorado em engenharia de alimentos) – faculdade de engenharia de alimentos, universidade estadual de campinas, campinas, 120 p.

Roberfroid MB (2005) Introducing inulin-type fructans. **British journal of nutrition**, 93 (1s): 13-25.

STATISTICA. **Versão 6.0 for windows volume IV.** 2002. Tulsa-OK, USA:Statsoft Inc (software).

QUADROS, TABELAS E FIGURAS

Quadro 1. Proporção dos ingredientes nas formulações dos pães.

Ingredientes	**Formulações das Amostras (%)**		
	Amostra P	**Amostra A**	**Amostra B**
Farinha de trigo sem fermento	100	100	100
Farinha de yacon	0	6	11
Sal	2	2	2
Açúcar cristal	1	1	1
Fermento biológico	4	4	4
Leite integral UHT	60	62	63
Gordura vegetal hidrogenada	6	3	0

Tabela 1. Definições dos termos descritivos para as amostras de pães.

Descritores	Definições
Aroma característico de pão	Aroma característico de pão de forma quente.
Cor do miolo	Cor característica amarelo-clara de pão de fôrma
Porosidade	Tamanho das cavidades formadas. Deformações no miolo. Presença de buracos.
Uniformidade do miolo	Homogeneidade da massa em relação à sua aparência global.
Textura	Número de mastigações necessárias antes da deglutição.
Sabor característico de pão	Sabor característico de pão de fôrma.
Umectância	Sensação provocada pela quantidade de água no alimento.
Aderência	Força necessária para superar a tração entre o alimento e o palato e/ou dentes.
Untuosidade	Facilidade que a manteiga desliza na superfície da amostra com auxílio de espátula.

Quadro 2. Ficha de análise sensorial dos pães.

NOME: _____ Data: ___/___/___

Você está recebendo uma amostra de pão. Analise cuidadosamente a amostra quanto aos atributos listados abaixo e registre sua opinião traçando uma reta no continnum que corresponde à avaliação.

CÓDIGO DA AMOSTRA: _____

Aroma caracteristico

_____

Pouco Muito

Cor do miolo

_____

Amarelo claro Amarelo escuro

Porosidade

_____

Fechada Aberta

Uniformidade do miolo

_____

Pouco Muito

Textura

_____

Leve Pesada

Sabor característico

_____

Pouco Muito

Umectância

_____

Baixa Alta

Aderência

_____

Baixa Alta

Untuosidade

_____

Baixa Alta

Qualidade Global

_____

Baixa Alta

Tabela 2. Médias de aceitação da equipe de provadores em relação aos atributos sensoriais das amostras dos pães.

Atributos Sensoriais	**Amostra P**	**Amostra A**	**Amostra B**
Aroma característico	6,86a	4,82c	5,53b
Cor do miolo	1,55c	4,60b	6,01a
Porosidade	4,49a	3,60b	3,35b
Uniformidade do miolo	6,73a	5,75b	4,67c
Textura	1,67b	5,34a	5,51a
Sabor característico	6,82a	5,96b	5,91b
Umectância	3,43c	5,68b	6,33a
Aderência	2,12c	3,92a	3,38b
Untuosidade	6,28a	5,94b	5,32c
Qualidade Global	7,10a	6,54b	6,51b

Médias seguidas de letras iguais na horizontal não diferem significativamente ao nível de 5% de significância pelo teste de Duncan.

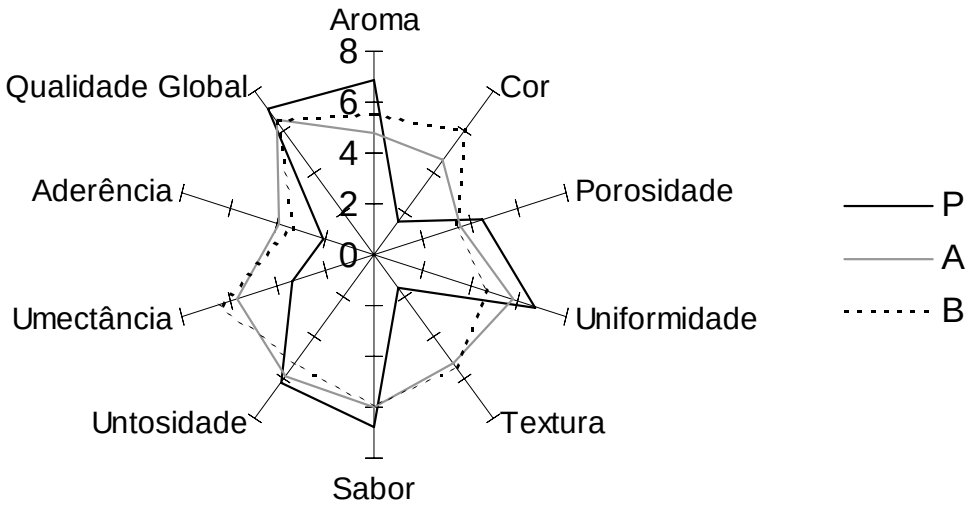


Figura 1. Perfil sensorial das amostras de pães.

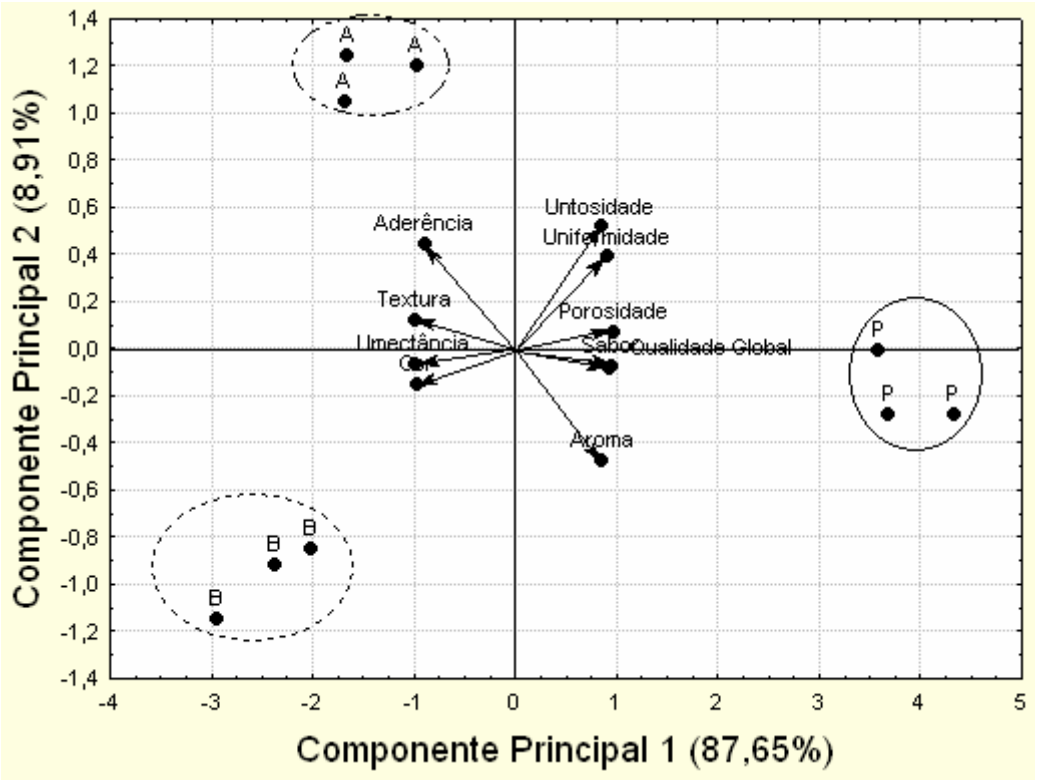


Figura 2. Bidimensional da Análise de Componentes Principais dos termos descritores das amostras dos pães.

Tabela 3. Valores médios obtidos do parâmetro L* e das coordenadas cromáticas a* e b* da análise de cor das amostras dos pães.

Amostras	L*	a*	b*
P	71,48 a	- 1,92 a	+ 18,95 a
A	71,06 a	- 1,56 b	+ 20,95 a
B	68,60 b	- 1,77 b	+ 22,32 a

Médias seguidas de letras iguais na vertical não diferem significativamente ao nível de 5% de significância pelo teste de Duncan.

ARTIGO 2.

A ser submetido para publicação na Revista Food Science and Technology International ISSN 1082-0132.

Resposta fisiológica de pães com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): índice glicêmico e potencial prebiótico "in vitro"

Priscilla Moura Rolim[1], Vivianne Montarroyos Padilha[1], Silvana Magalhães Salgado[1], Alda Verônica Souza Livera[1], Nonete Barbosa Guerra[1], Samara Alvachian Cardoso Andrade[1]

[1]Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos – LEAAL – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil.

Endereço para correspondência: Rua Raul Pompéia 384 Arruda Recife-PE- Brasil CEP: 52120-050

E-mail: priscillanutri@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi formular pães com diferentes teores de farinha de yacon (6 e 11%) e caracterizá-los quanto a composição centesimal, índice glicêmico, carga glicêmica (CG) e potencial prebiótico *in vitro*. A qualidade microbiológica da farinha de yacon foi avaliada pela determinação de Coliformes a 45°C, *Bacillus cereus* e *Salmonella* sp. O valor nutricional dos pães e a caracterização da farinha de yacon foram obtidos por determinação da umidade, proteínas, lipídeos, cinzas, fibra alimentar, total e frações, carboidratos por diferença. O índice glicêmico (IG) foi realizado pelo método enzimático-colorimétrico *in vitro* e o potencial prebiótico por fermentação *in vitro*, utilizando meio diferencial para bactérias probióticas. Os resultados microbiológicos e físico-químicos demonstraram inocuidade da farinha de yacon e alto teor de minerais e fibras, respectivamente. Os pães apresentaram elevado teor de fibras, baixo teor de lipídeos e carboidrato. O pão com 11% de farinha de yacon apresentou baixo índice glicêmico e com 6%, índice glicêmico moderado, e todos os pães apresentaram baixa carga glicêmica. Foi evidenciada a presença de bactérias probióticas, lactobacilos e bifidobactérias. Conclui-se que a adição de farinha de yacon em pães obteve produtos de baixo a moderado IG, baixa CG, com potencial prebiótico, *light* em gordura e alto teor de fibras segundo a legislação brasileira de alimentos.

Palavras-chave: pão, farinha de yacon, índice glicêmico, prebiótico.

Physiological responses of breads with flour yacon (S*mallanthus sonchifolius*): glycemic index and prebiotic potential "in vitro"

Priscilla Moura Rolim[1], Vivianne Montarroyos Padilha[1], Silvana Magalhães Salgado[1], Alda Verônica Souza Livera[1], Nonete Barbosa Guerra[1], Samara Alvachian Cardoso Andrade[1]

[1]Laboratory Experimentation and Analysis of Food - LEAAL - Federal University of Pernambuco, UFPE, Recife, PE, Brazil.
Mailing Address: Rua Raul Pompéia 384 Arruda Recife-PE - Brazil CEP: 52120-050
E-mail: priscillanutri@hotmail.com

ABSTRACT

The research aimed to make bread flour with different levels of yacon (6 and 11%) and described them as the proximate composition, glycemic index and prebiotic potential in vitro. The microbiological quality of flour yacon was evaluated by the determination of Coliform at 45 ° C, Bacillus cereus and Salmonella sp. The nutritional value of breads and characterization of flour yacon were evaluated by determining the moisture, protein, fat, ash, dietary fiber, total and fractions, carbohydrates by difference. The glycemic index (GI) was performed by enzymatic-colorimetric method and the prebiotic potential in fermentation in vitro, using differential means for probiotic bacteria. The results physical-chemical and microbiological showed safety of flour yacon, and high levels of minerals and fiber, respectively. The nutritional value of breads were high-fiber, low fat and carbohydrate. The bread with 11% of flour yacon showed low glycemic index and with 6%, moderate glycemic index. As for the potential prebiotic was evident the presence of probiotic bacteria, particularly the *Lactobacillus*. The results showed that the addition of flour yacon in bread returned products from low to moderate GI, with potential prebiotic, light in fat and high fiber content according to brazilian food legislation.

Key-words: bread, flour yacon, glycemic index, prebiotic.

1. Introdução

Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma raiz tuberosa bastante comum na alimentação da região andina da América do Sul, e nos últimos anos tem se difundido pela Nova Zelândia, Japão, Corea e Brasil. Possui sabor levemente doce, não só pelo teor de frutose, glicose e sacarose em sua composição, mas também pela presença de frutanos (inulina e frutooligossacarídeos – FOS) de grande interesse na ciência dos alimentos (GRAU, 2004; VALENTOVÁ et al., 2008; DUARTE, WOLF & PAULA, 2008).

Esses frutanos são definidos como carboidratos não glicêmicos, uma vez que alcançam o intestino grosso sem ser metabolizados, sendo então considerados também como carboidratos prebióticos de baixo valor energético (CUMMINGS & STEPHEN, 2007).

A inulina e os FOS apresentam efeito bifidogênico ao contribuir para o crescimento de culturas probióticas no cólon, entretanto, sua eficiência depende da microbiota colônica do indivíduo.

De forma similar as fibras solúveis, inulina e o FOS são bons agentes formadores de gel e como tal influenciam a absorção dos macronutrientes, em especial dos carboidratos, retardando o esvaziamento gástrico e consequentemente diminui o tempo de trânsito gastrointestinal (SAAD, 2006).

Apesar do papel dos frutanos na glicemia e insulinemia ainda não serem conclusivos, indicando que estes efeitos dependem das condições fisiológicas dos indivíduos, vários estudos têm demonstrado correlação positiva entre a ingestão do yacon e a redução na reposta glicêmica, sobretudo em indivíduos diabéticos (AYBAR et al., 2001; KAUR & GUPTA, 2002; VALENTOVÁ et al., 2004; VALENTOVÁ et al., 2005).

Os diabéticos e os obesos representam uma parcela significativa da população brasileira, gerando elevados custos para os órgãos de saúde pública (ANAD, 2007). Neste sentido fica evidente a necessidade de mais estudos sobre o desenvolvimento de novos produtos fonte de carboidratos não glicêmicos que auxiliem no controle da glicose.

Atualmente a indústria de alimentos tem agregado valor nutricional a produtos, por exemplo, o pão, por meio da adição de fibras de várias fontes vegetais, como linhaça, aveia, centeio e trigo integral. A indústria de panificação foi uma das pioneiras, no entanto, na literatura existem poucos relatos demonstrando as propriedades destes bioativos frente às características nutricionais e bifidogênicas (ARENDT et al., 2003).

Trabalho recente realizado por Brasil (2006) estudou o efeito da inulina em pães sobre o índice glicêmico, obtendo valores inferiores aos relatados na literatura para pão de farinha

de centeio e de aveia, usualmente recomendados aos indivíduos diabéticos e obesos (FOSTER-POWELL, HOLT & BRAND-MILLER, 2002).

Considerando os efeitos fisiológicos dos bioativos frutanos associados à exigência do consumidor por produtos saudáveis, motivaram a realização deste trabalho que teve como objetivo avaliar a resposta glicêmica e o potencial prebiótico "in vitro" de pães com farinha de yacon.

2. Materiais e métodos

2.1 Processamento da farinha de yacon e preparo dos pães

O yacon para produção da farinha foi obtido do Centro de Abastecimento CEASA da cidade do Recife –PE. O preparo da farinha de yacon está descrito conforme as etapas abaixo (figura 1).

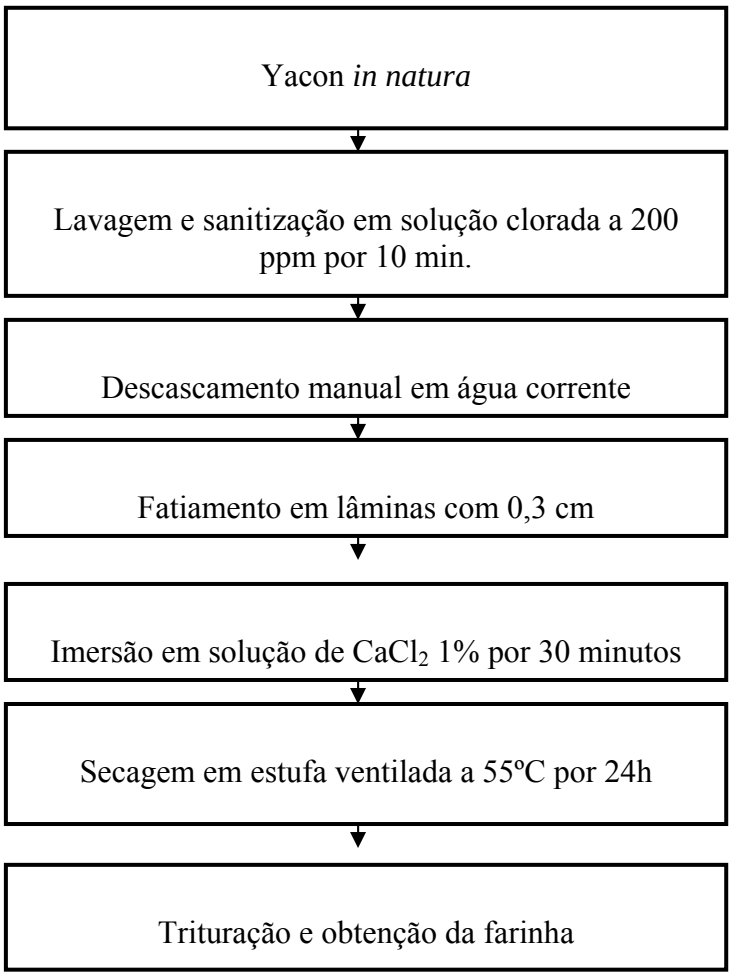


Figura 1. Processamento para obtenção da farinha de yacon.

Os pães foram produzidos em máquina de fazer pão marca Britânia, segundo as instruções do fabricante. As formulações estão descritas na tabela 1.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes nas formulações dos pães.

Ingredientes	**Formulações**		
	Amostra Padrão (P) (%)	**Amostra Experimental A (%)**	**Amostra Experimental B (%)**
Farinha de trigo sem fermento	100	100	100
Farinha de yacon	0	6	11
Sal	2	2	2
Açúcar cristal	1	1	1
Fermento biológico	4	4	4
Leite integral UHT	60	62	63
Gordura vegetal hidrogenada	6	3	0

2.2 Análise microbiológica e granulométrica da farinha de yacon

Para verificar a inocuidade da farinha de yacon foram realizadas análises de Coliformes a 45°C, *Bacillus cereus* e *Salmonella* sp., (AOAC, 2002) conforme legislação vigente (BRASIL, 2001).

A farinha de yacon foi caracterizada quanto a sua granulometria, determinando-se a distribuição do tamanho das partículas e o diâmetro médio da partícula. Uma amostra de 100 g foi depositada no conjunto de peneiras (30; 40; 50; 60 e 80 mesh - ABNT) do agitador de peneiras Produtest (Telastem Ltda., modelo T, São Paulo, Brasil). Este sistema de peneiras foi submetido à vibração durante 10 minutos com o potenciômetro ajustado para a escala máxima de vibração (10). Após pesagem, foi calculada a porcentagem de farinha retida em cada peneira (MATSUO & DEXTER, 1980).

2.3 Caracterização da farinha de yacon

Foram realizadas as seguintes análises físico-químicas: umidade (método 935.29), resíduo mineral fixo (método 930.22-32.308), proteínas (método 991.20-33.2.11), extrato etéreo (método 963.15-31.4.02), fibras e frações (método 985.29) e carboidratos por diferença (AOAC, 2002).

2.4 Análise da Composição Centesimal dos pães

A composição centesimal dos pães foi determinada em triplicata de acordo com os métodos da AOAC (2002). Umidade (método 935.29); resíduo mineral fixo (método 930.22-32.308), proteínas (método 991.20-33.2.11), extrato etéreo (método 963.15-31.4.02) e carboidratos por diferença.

As fibras (insolúvel e solúvel) foram determinadas pelo método integrado da AOAC 985.29 e QUEMENER et al., (1994) e QUEMENER et al., (1997) com adaptações (figura 2) e a fibra alimentar total foi calculada pelo somatório destas frações.

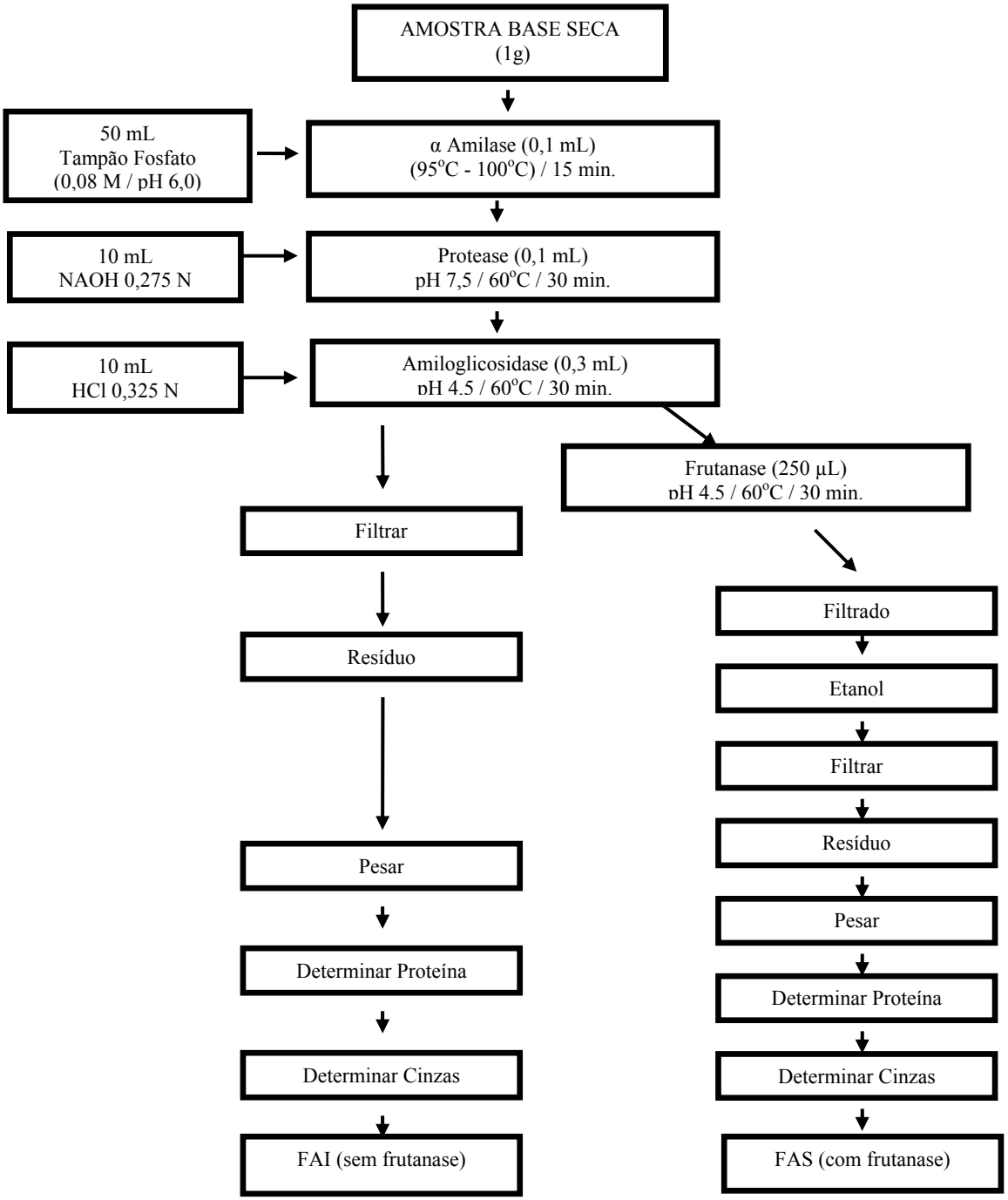


Figura 8. Esquema analítico para determinação de fibra (AOAC 985.29) e Quemener *et al*. (1994) e Quemener *et al*. (1997) com adaptações.

FAS (Fibra Alimentar Solúvel)

FAI (Fibra Alimentar Insolúvel)

2.5 Determinação do Índice Glicêmico “in vitro” e Carga Glicêmica

Para determinação do índice glicêmico, os pães foram fatiados e secos em estufa 105°C durante 1 hora e em seguida triturados. A determinação do índice glicêmico foi realizada de acordo com o método desenvolvido por Gõni et al., (1997), utilizando o kit determinação de glicose, em seguida o Índice Glicêmico foi calculado conforme a fórmula abaixo, utilizando o pão branco como alimento referência e o cálculo da área foi determinado pelo programa de desenho técnico Autocad (2008).

$$IG = \frac{\text{Área da curva da glicose do alimento teste}}{\text{Área da curva de glicose do alimento referência}} \times 100$$

A carga glicêmica (CG) foi calculada pela multiplicação do IG do alimento pela quantidade de carboidrato disponível contida na porção consumida deste alimento.

2.6 Determinação do potencial prebiótico “in vitro”

A determinação do potencial prebiótico seguiu a metodologia proposta por Cambrodón e Martín-Carrón (2001), com modificações sugeridas por Salgado et al. (2006) e Silveira et al., (2008), envolvendo duas etapas: fermentação e estudo do líquido metabólico por meio da contagem de bactérias probióticas (lactobacilos e bifidobactérias).

Amostras pesando 100mg foram colocadas em tubos de ensaio com 8mL do meio de fermentação, incubadas a 37ºC, em jarra de Gaspak com sistema anaeróbico, durante 12 horas. Posteriormente, a cada tubo de ensaio foram adicionados 2mL do inóculo, preparado a partir de fezes de lactente suspensas no meio de fermentação, elaborado segundo Barry et al., (1995) na proporção de 10mL/g de fezes, incubadas a 37ºC, sob anaerobiose durante 12 horas.

Os tubos foram mantidos em sistema anaeróbico, em banho-maria com agitação e temperatura controlada a 37ºC, permanecendo nessas condições durante o período de fermentação. A cada intervalo de 2h, uma alíquota de 1mL do líquido metabólico foi utilizada para contagem de bactérias homofermentativas e heterofermentativas.

Para quantificar e identificar as bactérias homofermentativas e heterofermentativas utilizou-se o meio diferencial HHD Agar (VANDERZANT & SPLITTSLOESSER, 2001). Na contagem de bactérias homofermentativas e heterofermentativas, as amostras dos

líquidos metabólicos foram incubadas por plaqueamento em superfície, e as condições de incubação utilizadas foram 37°C, com variação de 1ºC por 72h em sistema anaeróbico com sistema gerador de anaerobiose.

2.7 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguidos de teste de comparação de médias de Duncan, a 5% de significância, utilizando programa estatístico Statistica Software (2002).

3. Resultados e Discussões

3.1 Análise microbiológica e granulométrica da farinha de yacon

Os resultados dos ensaios microbiológicos para coliformes a 45ºC/g(mL) (10 UFC/g), *Bacillus cereus* (10^2 UFC/g) e *Salmonella* sp. (ausência) apresentaram-se conforme a legislação (BRASIL, 2001), portanto em condições ideais para o consumo humano.

A característica granulométrica da matéria-prima constitui aspecto relevante na elaboração de massas alimentícias e produtos de panificação, pois a distribuição adequada de partículas permite maior uniformidade do produto elaborado. A granulometria influencia diretamente a capacidade de absorção de água, as características sensoriais (como aparência, sabor e textura) e o tempo de cozimento das massas alimentícias (BORGES et al., 2003). Os resultados da análise granulométrica estão apresentados na tabela 2.

O tamanho das partículas comportou-se de forma bastante variada, no entanto pode-se observar que 37% das partículas da farinha de yacon apresentaram diâmetro médio maior que 0,180 mm. Convém destacar que a granulometria de 35 mesh foi a que apresentou uma farinha com melhor qualidade para produção dos pães, ou seja, mais fácil de homogeneizar os ingredientes. Com a diminuição da abertura da malha, observou-se que a farinha de yacon absorvia mais umidade e formava grumos indesejáveis para a produção dos pães.

Tabela 2. Tamanho das partículas da farinha de yacon.

Tyler / Mesh	Abertura da malha (mm)	Farinha de yacon (% retido)
28	0,600	12
35	0,425	17
48	0,300	14
60	0,250	8
80	0,180	12
Fundo >80	>0,180	37

A literatura é escassa com relação aos dados de granulometria de farinha de yacon, Em estudos realizados com farinhas obtidas a partir de outras matérias-primas demonstraram para farinha de milho um diâmetro médio de 0,40 mm (MATHEW et al., 1999) e 0,10 a 0,15 mm para farinha de trigo (HATCHER et al., 2002), resultados estes inferiores aos encontrados neste trabalho.

3.2 Caracterização da farinha de yacon

Analisando a tabela 3, observa-se que os valores dos constituintes obtidos foram semelhantes à literatura, destacando-se o elevado teor de carboidratos que representa cerca de 67% (MARANGONI, 2007; MOSCATTO; PRUDÊNCIO-FERREIRA & HAULY, 2004).

Destes carboidratos, é importante ressaltar que boa parte pertence à classe dos frutanos, principalmente frutooligossacarídeo, apesar de algumas pesquisas relatarem que as etapas do processamento de obtenção da farinha de yacon, sobretudo a secagem, reduzem consideravelmente a quantidade desses nutrientes (MUSSATTO & MANCILHA, 2007).

Tabela 3. Composição centesimal da farinha de yacon.

Análises físico-químicas (Base úmida g/100g)	**Farinha de yacon**
Umidade	13,24
Resíduo mineral fixo	4,20
Proteína	3,36
Extrato etéreo	0,19
Carboidrato disponível*	66,8
Fibra solúvel	2,76
Fibra insolúvel	9,45
Fibra Alimentar Total**	12,21
V.C.T (Kcal)	282,35

* calculado por diferença

** calculado pelo somatório das frações solúvel e insolúvel

Comparando os dados da farinha de yacon com demais farinhas observou-se que os valores de umidade foram semelhantes à farinha de trigo, milho e de arroz, enquanto que a proteína e lipídeo foram menores. Quanto ao conteúdo de minerais, este, foi superior (4,20g/100g) ao da farinha de centeio integral (1,7g/100g) considerada teoricamente rica em minerais devido ao seu menor grau de extração (TACO, 2006).

A quantidade de fibra alimentar foi superior a farinha de trigo (2,3%), e semelhantes à farinha de centeio integral (15,5%) demonstrando a aplicabilidade deste ingrediente na fabricação de pães com maior teor de fibras (TACO, 2006).

3.3 Composição Centesimal dos pães

A composição química das formulações descritas na tabela 4 demonstra que os pães apresentaram diferenças significativas nos parâmetros analisados. Silva (2007) produziu um pão com adição de 25% de yacon e obteve resultados da composição química diferentes aos desta pesquisa, a saber, umidade (34,84%), cinzas (3,49%), fibras (3,60%), carboidratos (65%), lipídeos (0,52%) e proteínas (7,97%).

Tabela 4. Composição química das formulações de pães.

Análises (Base úmida g/100g)	**Pão Padrão (sem farinha de yacon; 6% de gordura)**	**Amostra A (6% de farinha de yacon; 3% de gordura)**	**Amostra B (11% de farinha de yacon; 0% de gordura)**
Umidade	38,80c	39,13b	41,24a
Resíduo mineral fixo	2,83b	2,80b	2,93a
Proteína	11,82b	11,56c	12,37a
Extrato etéreo	8,00a	4,47b	1,26c
Carboidrato disponíveis*	32,82b	33,96a	31,81c
Fibra Solúvel	1,84c	3,17b	3,41a
Fibra Insolúvel	3,89c	4,91b	6,98a
Fibra Alimentar Total**	5,73c	8,08b	10,39a
V.C.T (Kcal)	250,56a	222,31b	188,06c

Letras iguais na horizontal não diferem significativamente ao nível de 5% de significância.
* calculado por diferença
** calculado pelo somatório das frações solúvel e insolúvel

De acordo com os resultados, a formulação B apresentou maior teor de umidade, seguidas pelas formulações A e P, provavelmente pela maior quantidade de farinha de yacon (11%), pois os frutanos possuem grupos hidroxilas (OH) que são capazes de interagir com a água, por pontes de hidrogênio, dificultando sua evaporação durante o processo de assamento do pão (SILVA, 2007).

O conteúdo de proteínas diferiu estatisticamente entre os pães, possivelmente devido a diferenças no conteúdo de leite utilizado nas formulações. O teor de minerais foi

significativamente diferente no pão B, fator atribuído também a maior quantidade de farinha de yacon adicionada, a qual possui valor elevado de minerais.

Em termos de conteúdo lipídico, pôde-se observar uma redução significativa de 44% e 84%, para os pães A e B, respectivamente, em relação ao pão padrão, gerando assim formulações "light" em gordura, tendo em vista que a legislação preconiza uma redução de no mínimo 25% (BRASIL, 1998b).

Com relação ao teor de fibras, os pães com farinha de yacon diferiram estatisticamente, e apresentam-se como produtos de alto teor, uma vez que de acordo com a legislação brasileira vigente, o alimento é considerado rico em fibras quando apresentar no mínimo 3% e com alto teor no mínimo 6% (BRASIL, 1998a). Desta forma, o pão padrão também pode ser considerado uma fonte deste nutriente, fato que pode ser explicado pela possível formação de amido resistente durante o armazenamento do pão (PEREIRA, 2007).

O valor de carboidrato das formulações A e B foi inferior aos pães existentes no mercado, a saber: pão de forma tradicional e pão de forma "light", 49% e 46% de carboidratos disponíveis, respectivamente (TACO, 2006). É possível constatar que os pães experimentais apresentaram reduzido valor calórico, em relação a outros pães já comercializados, por exemplo, pão de aveia (343 kcal/100g), pão de forma integral (253 kcal/100g) e pão francês (300 kcal/100g) (TACO, 2006).

3.4 Determinação do Índice Glicêmico - Cinética da Hidrólise dos Carboidratos

A cinética da hidrólise enzimática dos carboidratos (figura 3) demonstrou que nos primeiros 30 minutos, o pão com 6% de yacon e o pão padrão obtiveram hidrólise semelhantes, porém, logo após, os valores de glicose dos pães experimentais tornaram-se estáveis em níveis basais baixos, em torno de 60 a 80 mg/dL, bem inferiores aos considerados de pico glicêmico, que variam de 120 a 140 mg/dL, possivelmente pela presença de frutanos, que por formarem gel, dificultam o acesso às enzimas amilolíticas (SAAD, 2006; GROSS, FERREIRA & OLIVEIRA, 2003).

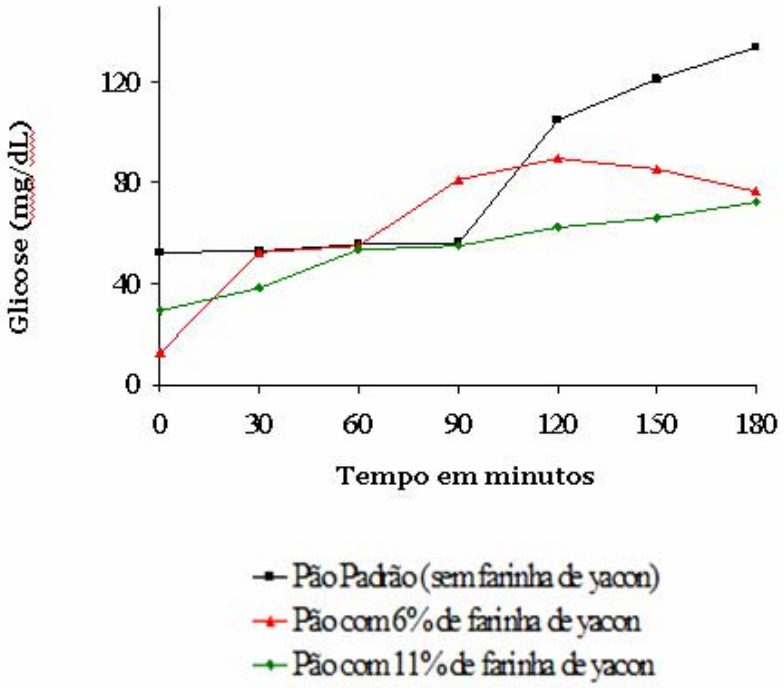


Figura 3. Cinética da hidrólise enzimática dos carboidratos dos pães.

Na tabela 5 os resultados demonstram que os pães com farinha de yacon apresentaram índice glicêmico semelhante aos dados da literatura para outros pães, por exemplo, pão com grão de aveia (IG = 49), ao pão com grão de centeio (IG = 48), pão com grãos de cereais (IG = 50) e demais pães enriquecidos com fibras (FOSTER-POWELL, 2002).

Conforme classificação de Brand-Miller et al., (2003), que segue a recomendação da American Diabetic Association (ADA, 2002), o índice glicêmico do pão B foi considerado baixo (IG < 55), enquanto o pão A e o pão padrão obtiveram índices moderados (IG de 56 a 69). Com relação à CG percebe-se que os pães apresentaram baixa carga glicêmica, uma vez que CG≤10 é considerada baixa e CG≥20 alta (LAJOLO e MENEZES, 2006).

Tabela 5. Índices glicêmicos "in vitro" e carga glicêmica dos pães.

AMOSTRA	ÍNDICE GLICÊMICO (%)	CARGA GLICÊMICA (100g da porção)
Pão Padrão (pão sem farinha de yacon, com 6% de gordura).	63	10,30
Amostra A (pão com 6% de farinha de yacon, 3% gordura).	59	10,02
Amostra B (pão com 11% de farinha de yacon, sem gordura).	42	6,68

A vantagem do IG baixo reflete numa maior sensação de saciedade (BJÖRK, 1996; BRAND-MILLER, 2002; LUDWIG, 2000), prolongando o *feedback* de hormônios colescistoquinina e glucagon responsáveis pela plenitude gástrica (LAVIN, WITTER & ANDREWS, 1998; LEMOS et al., 2002).

A carga glicêmica, que traduz a quantidade e a qualidade dos carboidratos consumidos, mostrou-se mais satisfatória ainda que o IG dos pães. O índice glicêmico e a carga glicêmica foram confrontados e mostraram boa correlação estatística (r= 0,9939). Os resultados deste estudo tendem a comprovar os relatos da literatura, de que existe algum tipo de inter-relação entre o índice glicêmico e a carga glicêmica (MENEZES e LAJOLO, 2002; WOLEVER, 2004; LAU et al., 2005).

No entanto, vale salientar que tanto o IG como a CG não podem ser considerados isoladamente na avaliação e na escolha dos alimentos, pois algumas características podem interferir neste parâmetro, entre elas, tipo de açúcar (glicose, frutose, sacarose, lactose), teor de amilose e amilopectina, presença de amido resistente, processamento térmico, tamanho das partículas, outros constituintes do alimento, como gorduras e interações amido-proteína e amido-lipídeo, quantidade e qualidade de carboidratos (ADA, 2002; MONRO & SHAW, 2008).

O tipo do carboidrato influencia na resposta glicêmica, pois, Brasil (2006), utilizou 6% de inulina em pães e encontrou IG alto (82), possivelmente a inulina isolada não exerceu efeito positivo neste parâmetro. Por outro lado pães com 6 e 11% de farinha de yacon apresentaram reduzidos índices, provavelmente pelos fatores citados anteriormente (tabela 5).

3.5 Potencial prebiótico “in vitro”

A análise das placas demonstrou a presença de colônias lisas com bordas completas, regulares, brilhantes e de coloração azul indicativas de bactérias homofermentativas (VANDERZANT & SPLITTSLOESSER, 2001) e como representantes destas, destacam-se algumas espécies de lactobacilos. Este gênero, juntamente com o *Bifidobacterium*, são considerados microrganismos probióticos (ANTUNES et al., 2007).

As bactérias do gênero *Bifidobacterium*, reconhecidamente heterofermentativas, foram encontradas após 12h de fermentação, em quantidades menores que as homofermentativas (tabela 6). A reduzida contagem deste microrganismo pode decorrer de uma possível competição entre os gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium,* tendo em vista que as

bifidobactérias são mais exigentes e menos ativas que os lactobacilos, requerendo condições mais especiais para seu crescimento (BARRETO et al., 2003).

Comportamento semelhante foi observado por Castro et al., (2002) e Thamer e Penna (2005) ao avaliar ausência de crescimento de bifidobactérias em produtos lácteos adicionados de FOS.

O pão B apresentou uma contagem maior de bactérias probióticas, devido ao teor de substrato fermentativo (11% de farinha de yacon) adicionado. Shah (2000); Maragkoudakis et al., (2006); Cunha et al., (2008) relataram que demais variáveis podem influenciar na contagem de probióticos, por exemplo: a quantidade de microrganismos inoculados, cultura utilizada, interação entre outras espécies presentes, presença de oxigênio dissolvido.

O tipo carboidrato fermentativo também influencia o crescimento dos lactobacilos, pois estes têm mais afinidade pelo amido e frutanos, e as bifidobactérias pela pectina e goma arábica o que explica o elevado crescimento dos lactobacilos durante o processo fermentativo dos pães (tabela 6) (CAMBRODÓN & MARTÍN-CARRÓN, 2001).

Estudos "in vivo" também demonstraram que a utilização de aproximadamente 5g/dia de FOS isolado ou adicionado a sucos e iogurtes foi capaz de aumentar a contagem de bactérias probióticas (RAO 2001; SHAH, 2001; FREITAS et al., 2005; FUCHS et al., 2005; HAULY et al., 2005).

A contagem bacteriana (tabela 6) das formulações durante a fermentação variou de 10^7 a 10^{10} unidade formadora de colônia (UFC)/ml, o que certamente propiciará a colonização das referidas culturas no intestino, uma vez que para exercer efeitos probióticos é necessário uma quantidade mínina de 10^6UFC/mL (BRASIL, 2005).

Tabela 6. Contagem de bactérias probióticas nas formulações de pães.

Pães / Ferm.	Fezes de lactente (inóculo)		Pão Padrão (Sem farinha de yacon; 6% de gordura) UFC/g		Amostra A (6% de farinha de yacon; 3% de gordura) UFC/g		Amostra B (11% de farinha de yacon; 0% de gordura) UFC/g	
	Lacto	Bif.	Lacto.	Bif.	Lacto.	Bif.	Lacto.	Bifido.
0h	$3,0 \times 10^7$	$2,0 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$	NI	$5,6 \times 10^7$	NI	$3,4 \times 10^8$	NI
2h	$4,2 \times 10^7$	NI	$1,8 \times 10^7$	NI	$7,1 \times 10^7$	NI	$3,3 \times 10^8$	NI
4h	$1,2 \times 10^7$	NI	$2,0 \times 10^7$	NI	$7,3 \times 10^7$	NI	$1,4 \times 10^8$	NI
6h	$1,5 \times 10^7$	NI	$2,0 \times 10^7$	NI	$9,8 \times 10^7$	NI	$4,7 \times 10^7$	NI
8h	$1,0 \times 10^7$	NI	$4,9 \times 10^7$	NI	$7,3 \times 10^7$	NI	$1,5 \times 10^8$	NI
10h	$2,1 \times 10^7$	NI	$4,8 \times 10^7$	NI	$6,1 \times 10^7$	NI	$2,5 \times 10^8$	NI
12h	$1,2 \times 10^7$	NI	$4,0 \times 10^7$	NI	$6,4 \times 10^7$	NI	$1,4 \times 10^{10}$	$5,0 \times 10^8$

Lacto.= Lactobacilos, Bif. = Bifidobactérias, UFC = Unidade Formadora de Colônia. NI = Não Identificado
Ferm. = Tempo de fermentação

Comparando os resultados obtidos na tabela 6, pode-se observar que os pães com farinha de yacon possuem potencial prebiótico, uma vez que propiciou o desenvolvimento de bactérias probióticas bem mais expressivo do que o inóculo.

O pão padrão também apresentou crescimento maior que no inóculo, principalmente após 4 horas de fermentação, fato que pode ser explicado pelos constituintes de sua composição, tais como trigo, que possui traços de frutanos e amido resistente tipo 3, ambos são bons substratos para as bactérias anaeróbicas sendo considerado um agentes prebióticos (SALGADO et al., 2005).

4. Conclusões

Nas condições que foram realizadas este trabalho, conclui-se que:

- A adição de farinha de yacon propiciou pães com alto teor de fibras e "light" em gorduras, segundo a legislação vigente;

- O pão com 11% de farinha de yacon foi classificado de baixo índice glicêmico e o pão com 6% de farinha de yacon de moderado índice glicêmico.

- Independente do teor de farinha de yacon, os pães apresentaram baixa carga glicêmica;

- Pães com farinha de yacon evidenciaram potencial prebiótico por contribuir para o crescimento de bactérias probióticas durante fermentação "in vitro".

Referências Bibliográficas

American Diabetes Association (ADA) (2002). Evidence-based nutrition principles and recommendations for the treatment and prevention of diabetes and related complications. *Diabetes Care*, 25, (1), 202-12.

American Public Health Association – APHA (2001). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods.* Vanderzant, C.; Splittsloesser, D.F. 14ª ed.

ANAD Associação Nacional de Diabéticos. *O que é diabetes?* Disponível em: <http://www.anad.org.br/diabetes> Acesso em 01 out. 2007.

Antunes, A. E. C.; Silva, E. R.A.; Marasca, E.T.G.; Moreno,I.; Lerayer, A.L.S. (2007). Probióticos: agentes promotores de saúde. *Nutrire* (SBAN), 32, 113-132.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. *Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados.* Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc/360_03rdc.htm> Acesso em: 29 Jul. 2008.

Arendt, E. K.; O'brien, C. M.; Nueller, A.; Scanell, A. G. M. (2003). Evaluation of the effects of fat replacers on the quality of wheat bread. *Journal of Food Engineering,* 56, 265-267.

Association Of Official Analytical Chemistry **(**AOAC). *Official Methods of Analysis*, 13 ed., Washington, 2002.

Aybar, M.J., Sanchez Riera, A.N., Grau, A., Sanchez, S.S. (2001). Hypoglycemic effect of the water extract of Smallantus sonchifolius (yacon) leaves in normal and diabetic rats. *Journal Ethnopharmacology.* 74, 125–132.

Barreto, G. P. M., et al. (2003). Quantificação de Lactobacillus acidophilus, bifidobactérias e bactérias totais em produtos probióticos comercializados no Brasil. *Brazilian Journal of Food Technology*, n.120, 119-126.

Barry, J. L *et al.* (1995). Estimation of fermentability of dietary fiber in vitro: a European Interlaboratory study. *British Journal of Nutrition.* 74, 303-322.

Borges, J. T. S.; Ascheri; J. L. R.; Ascheri, D. R.; Nascimento, R. E.; Freitas, A. S. (2003). Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Wild) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L) polido por extrusão termoplástica. *Boletim CEPPA*, Curitiba, 21 (2), 303-322.

Björk, I. (1996). Starch: Nutritional aspects. In Eliasson AC. *Carbohydrates in food***.** 2 ed Marce Dekker; p. 505-553.

Brand-Miller, J.C., Foster-Powell, K., Colagiuri, S. (2003). *A nova revolução da glicose*. Rio de Janeiro: Elsevier.

Brand-Miller, J.; Gilbertson, H. (2002). Practical aspects of meal planning using the glycemic index. Workshop: Glycemic index and health: the quality of the evidence. FAO/Danone Vitapole, *Bandol*, France, 2002.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998a.* Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em 12/08/08.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. *Portaria SVS nº 29 de 13 de janeiro de 1998b*. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos para fins especiais. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em 12/03/08.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução ANVS nº 18 de 03 de dezembro 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: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em 12/03/08.

BRASIL, J.A. *Efeito da adição de inulina sobre os parâmetros nutricionais, físicos e sensoriais do pão.* Mestrado (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC n.12, de 2 de janeiro de 2001***.** Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos [acesso em 2 jan 2008]. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br

Cambrodon, I.G., Martin-Carron, N. (2001). Fermentación colónica de fibra dietética y almidón resistente. In: Lajolo FM, Saura-calixto F, Penna EW, Menezes EW. *Fibra dietética em Iberoamérica: tecnologia y salud.* São Paulo: Varela.

Castro, L.P.; Pinheiro, M.V.S.; Hoffmann, F.L.; Penna, A.L.B. (2002). Influência da oligofrutose no desenvolvimento de culturas lácticas probióticas do iogurte. XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. *Anais*, 2.773-2.776.

Cummings, J.H; Stephen, A.M. (2007). Carbohydrate terminology and classification. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(1), S5–S18.

Cunha, T.M.; Castro, F.P.; Barreto, P.L.M.; Benedet, H.D.; Prudêncio, E.S. (2008). Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 29 (1),103-116.

Duarte, M.R; Wolf, S; Paula, B.G. (2008). Smallanthus sonchifolius (Poepp.) H. Rob. (yacón): identificação microscópica de folha e caule para o controle de qualidade farmacognóstico. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas,* São Paulo, 44 (1), 157-164.

Foster-Powell K., Holt S.H.A, Brand-Miller J.C. (2002). International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *American Journal Clinical Nutrition*, 76 (5), 56p..

Freitas, D.G.C.; Jackix, M.N.H. (2005). Efeito da bebida adicionada de frutoligosacarídeo e pectina no nível de colesterol e estimulação de bifibobactérias em hamsteres hiper colesterolêmicos. *Brazilian Journal Food Technololy***.** 8 (1), 81-86.

Fuchs, R.H.B.; Bosato, D.; Bona, E.; Hauly, M.C.O. (2005). Iogurte de soja suplementado com oligofrutose e inulina. *Ciência e Tecnologia de Alimentos***.** 25 (1),175-81.

Gõni, I.; Garcia-Alonso, A.; Sauro-Calixto, F.A. (1997). A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. *Nutrition Research*, 17 (3),427-437.

Grau, A. et al. El retorno del yacon. *Ciencia Hoy***,** 11 (63), 2001. Disponível em http://www.cienciahoy.org/hoy63/yacon2.htm. Acesso em 20 jan. 2008.

Gross, J.L.; Ferreira, S.R.G.; Oliveira, J.E. (2003). Glicemia pós-prandial. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo,* 47 (6), 728-738.

Hauly, M.C.O.; Fuchs, R.H.B.; Prudêncio-Ferreira, S.H. (2005). Suplementação de iogurte de soja com frutoligo-sacarídeos: características probióticas e aceitabili-dade. *Revista de Nutrição,* 18 (5), 613-22.

Hatcher, D.W.; Anderson, M.J..; Desjardins, R.G.; Edwards, N.M.; Dexter, J.E. (2002). Effects of flour particle size and starch damage on processing and quality of white sated noodles. *Cereal Chemistry*, 79, 64-71.

Kaur, N.; Gupta, A.K. (2002). Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. *Journal Bioscience*, Bangalore, 27, 703-714.

Lau, C.; Faerch, K.; Glumer, C.; Tetens, I.; Pedersen, O.; Carstensen, B. (2005). Dietary glycemic index, glycemic load, fiber, simple sugars, and insulin resistance: the Inter99 study. *Diabetes Care*; 28: 1397-403.

Lavin, J.H., Witter, G.A, Andrews, J. (1998). Interation of insulin, glucagon like-peptide 1, gastric inhibitory polypeptide, and appetite in response to intraduodenal carbohydrate. *American Journal of Clinical Nutrition***,** 68, 591-598.

Lemos, M.C.C.; Teodósio, N.R.; Castro, R.M.; Silva, S.R.F.; Bandeira, F. (2002). Glycemic index of tropical fruits in normal individuals, patients with type 2 diabetes and patients with impaired glucose tolerance. *Anais Faculdade Médica***,** 74, (1), 50-53.

Ludwig, D.S. (2000). Dietary glycemic index and obesity. *Journal Nutrition*, 130, 280-285.

Mcguire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *Horticulture Science*, 27, (12), 1254-1555.

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

Marangoni, André Luis. Potencialidade de Aplicação de farinha de yacon (Polymnia sonchifolia) em produtos à base de cereais / André Luis Marangoni. – Campinas, [s.n.], 2007. *Dissertação* (mestrado) – Universidade Estadual de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

Matsuo, R.R.; Dexter, J.E. (1980). Comparison of experimentally milled durum wheat of semolina produced by same Canadian commercial mills. *Cereal Chemistry,* 57,117-122.

Mathew, J.M.; Hoseney, R.C.; Faubion, J.M. (1999). Effects of corn sample, mill type, and particle size n corn curl and pet food extrudates. *Cereal Chemistry*, 76, 621-624.

Maragkoudakis, P. A.; Miaris, C.; Rojez, P.; Manalis, N.; Magkanari, F. Kalantzopoulos, G.; Tsakalidou, E. (2006). Production of traditional Greek yoghurt using Lactobacillus strains with probiotic potential as starter adjuncts. *International Dairy Journal***,** Barking,16 (1), 52-60.

Menezes, E.W.; Lajolo, F. (2002). *Índice glicêmico: critério de seleção de alimentos. Seminário Índice Glicémico en Salud y Alimentación Humana*; Sep 12; San José, Costa Rica; 2002.

Monro, J.A.; Shaw, M. (2008). Glycemic impact, glycemic glucose equivalents, glycemic index, and glycemic load: definitions, distinctions, and implications. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87, 237S - 243S.

Moscatto, J. A.; Prudencio-Ferreira, S. H.; Hauly, M. C. O. (2004). Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. *Ciência e Tecnologia de Alimentos,* 24 (4), 634-640.

Moura, C.P. Aplicação de redes neuronais para a predição e otimização do processo de secagem de yacon (*Polymnia sonchifolia)* com pré-tratamento osmótico. 2004. 115f. *Dissertação* (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Mussatto, S.I., Mancilha, I, M. (2007). Non-digestible oligosaccharides: A review. *Carbohydrate Polymers*, 68 (3), 587-597.

Pereira, K.D. (2007). Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 27 (1), 89-93.

Perrin, S.; Fougnies, C.; Grill, J.P.; Jacobs, H.; Schneider, F. (2002). Fermentation of chicory fructo-oligosaccharides in mixtures of differents degrees of polymerization by three strains of bifidobacteria. *Canadian Journal of Microbiology,* 48 (8), 759-63.

Quemener, B.; Thibault, J.F.; Coussement, P. (1994). Determination of inulin and oligofructose in food products and integration in the AOAC method for measurement of total dietary fibre. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie,* London, 27,125-132.

Quemener, B.; Thibault, J.F.; Coussement, P. (1997). Integration of inulin determination in the AOAC method for measurement of total dietary fiber. *International Journal of Biological Macromolecules***,** 21, 175-178.

Rao, V.A. (2001). The prebiotic propertie of oligofructose at low intake levels. *Nutrition Research.* .21 (6), 843-8.

Saad, S.M.I. (2006). Probióticos e Prebióticos: o estado da arte. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo, 42 (1), 1-16.

Salgado, S.M., Faro, Z.P., Guerra, N.B., Livera, A.V.S. (2005). Aspectos físico-químicos e fisiológicos do amido resistente. *B.CEPPA*, Curitiba, 23 (1), 109-122.

Salgado, S.M.; Livera, A. V. S.; Guerra, N. B.; Schuller, A. R. P.; Araújo, A. L. L. (2006). Resposta fisiológica in vitro do amido do feijão macassar (Vigna unguiculata L. Walp). *Brazilian Journal of Food Technology*, 9 (4), 297-303.

Silva, A.S.S. A raiz da yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepping & Endlicher) como fonte de fibras alimentares, sua caracterização físico-química, uso na panificação e sua influência na glicemia pós-prandial./ *Tese* (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), UFSC, Florianópolis, SC: [s.n.], 2007.

Silveira, K.C., Brasil, J.A., Livera, A.V.S., Salgado, S.M., Faro, Z.P., Guerra, N.B. (2008). Bebida à base de flocos de abóbora com inulina: características prebióticas e aceitabilidade. *Revista de Nutrição,* Campinas, 21 (3), 267-276.

Shah, N. P. (2000). Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods. *Journal of Dairy Science,* Champaign, 83 (4), 894-907.

Shah, N.P. (2001). Functional foods from probiotics and prebiotics. *Food Technology.*, Chicago, 55 (11), 46-52.

Star Color. *CIE Lab Color System*. Disponível em <http://www.starcolor.co.th/1qc.html> Acesso em: 3 dez.2007.

STATISTICA. **Versão 6.0 for windows volume IV.** 2002. Tulsa-OK, USA:Statsoft Inc (software).

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos / NEPA-UNICAMP.- Versão II. -- 2. ed. -- Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p.

Thamer, L.G.; Penna, A.L.B. (2006). Caracterização de bebidas lácteas funcionais fermentadas por probióticos e acrescidas de prebiótico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* 26(3),589-95.

Valentova, K., Stejskal, D., Bartek, J., Dvorackova, S., Kren, V., Ulrichova, J., Simanek, V. (2008). Maca (Lepidium meyenii) and yacon (Smallanthus sonchifolius) in combination with silymarin as food supplements: In vivo safety assessment. *Food and Chemical Toxicology,* 46, 1006–1013.

Valentova, K., Ersen, F., Ulrichova, J. (2005). Radical scavenging and anti-lipoperoxidative activities of Smallanthus sonchifolius leaf extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 53,5577–5582.

Valentova, K., Moncion, A., De Waziers, I., Ulrichova´, J. (2004). The effect of Smallanthus sonchifolius leaf extracts on rat hepatic metabolism. *Cell Biololy and Toxicololy,* 20,109–120.

Vanderzant, C.; Splittsloesser, D.F. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods.* 4th ed. Washington (DC): American Public Health Association; 2001.

Wang, J.; Rosell, C.M.; Barber, C.B. (2002). Effect of the addition of different fibres on dough performance and bread quality. *Food Chemistry*, 79, 221-226.

Wolever, T.M.S. (2004). Carbohidratos de digestión lenta: beneficios de una alimentación com bajo índice glicémico. *Danone Nutritopics* [periódico eletrônico]. Disponível em: http://www.alimentariaonline.com Acesso em 23 out 2008.

Considerações Finais

Ao longo deste estudo tentamos comprovar a relevância dos alimentos com alegação funcional, como o yacon e sua aplicação em produto de panificação, sendo possível confirmar o pressuposto inicial.

Do ponto de vista nutricional, a adição de farinha de yacon em pães propiciou produtos com potencial prebiótico, "light" em gordura e com alto teor de fibras, sendo classificados como alimentos de baixo teor de carboidratos glicêmicos. Numa visão tecnológica ficou comprovada por meio de testes sensoriais a aplicação da farinha de yacon como substituto de gordura.

Estas constatações apontam para utilização da farinha de yacon como coadjuvante alimentar, agregando valor nutricional ao produto. Entretanto, são necessários novos ensaios analíticos com métodos instrumentais para determinar as frações dos frutanos na matéria-prima e produtos, como também caracterizar de forma seletiva as bactérias probióticas utilizando meios de cultura específicos para estes gêneros.

Referências

REFERÊNCIAS

ARUNACHALAM, K.D. Role of bifidobacteria in nutrition, medicine and technology. **Nutrition Research**, v.19, n. 10., p.1559-1597, 1999.

ANANTHARAMAN, H. G.; BALLEVRE, O.; ROCHAT, F. Gelatinized cereal product containing oligosaccharide and processes of preparing and using same. **USA Patent** number 5,952,033. September 14, 1999.

ANZALDUA-MORALES,A.; **La Evalucación Sensorial de los Alimentos en la Teoria y la práctica**. Editorial Acribia: Zaragoza. 1994. p.21-23.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY **(**AOAC). **Official Methods of Analysis**, 13 ed., Washington, 2002.

BERG, R.D. The indigenous gastrointestinal microfloora. **Trends in Microbiology**, v. 4, p.430-435, 1996.

BONDT, V. de. Novas tendências para bebidas funcionais. **Brasil Alimentos**, n.18, Janeiro/Fevereiro de 2003.

BARRY, J. L *et al.* Estimation of fermentability of dietary fiber in vitro: a European Interlaboratory study. **British Journal of Nutrition**. v.74, p. 303-322, 1995.

BATTOCHIO, J.R. Perfil sensorial de pão de forma integral. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas, v. 26, nº 2, p. 428-433, 2006.

BERNARDES, G.J.S. Estudo da flora bacteriana aeróbica intestinal nativa em ratos. São Paulo.105f. **Dissertação** (Mestrado em Cirurgia Experimental). 1998.

BENGMARK, S. Ecological control of the gastrointestinal tract. The role of probiotic flora. **Gut**. v.42, p. 2-7.1998.

BORTOLOZO, E.Q; QUADROS, M.H.S. Aplicação de inulina e sucralose em iogurte. **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial.** v. 01, n. 01, p. 37-47, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução ANVS nº 18 de 03 de dezembro 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: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em 12/03/08.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n.12, de 2 de janeiro de 2001.** Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos [acesso em 2 jan 2008]. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br

BRASIL. Associação Brasileira das Indústrias de Panificação e Confeitaria. In____. **Análise do mercado de pães** (2003). Disponível em: *http://www.abip.org.br*. Acesso em: 26 jun 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos** / Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Brasília: Ministério da Saúde, p. 311-313, 2005.

BRASIL, J.A. Efeito da adição de inulina sobre os parâmetros nutricionais, físicos e sensoriais do pão. **Dissertação** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. 2006.

BRIGHENTI, F.; CASIRAGHI, M. C.; CANZI, E.; FERRARI, A. Effect of consumption of ready-to-eat breakfast cereal containing inulin on the intestinal milieu and blood lipids in healthy male volunteers. **European Journal of Clinical Nutrition**. Vol. 53. nº 9. p. 726-733. Sep 1999.

BUDDINGTON, K.K.; DONAHOO, J.B.; BUDDINGTON, R.K. Dietary oligofructose and inulin protect mice from enteric and systemic pathogens and tumor inducers. **The Journal of Nutrition**, v.132, n.3, p.472-477, 2002.

BULIGA, G. S.; MILLER, M. S.; POWELL, W. F.; LIS, D. G. et al. Fat-free tablespread and method of making. **USA Patent** number 5,501,869. March 26, 1996.

BUTLER, G.; RIVERA, D. Innovations in peeling technology for yacon. **Project Report International Potato Center**, 2004. Capturado em 13 fev. 2008. Online. Disponível na internet http://www.cipotato.org/artc/CIPcrops/2004-1127.pdf.

BURITI, F.C.A; SAAD, S.M.I. Bactérias do grupo *Lactobacillus casei*: caracterização, viabilidade como probióticos em alimentos e sua importância para a saúde humana. **Archivos Latinoamericana de Nutrición**, vol. 57, n.4, 2007.

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

CAMBRODON, I.G., MARTIN-CARRON, N. Fermentación colónica de fibra dietética y almidón resistente. In: Lajolo FM, Saura-calixto F, Penna EW, Menezes EW. **Fibra dietética em Iberoamérica: tecnologia y salud.** São Paulo: Varela; 2001.

CAPITO, S. M. P. Raiz tuberosa da yacon (*Polymnia sonchifolia*): caracterização química e métodos de determinação de frutanos (CG e CLAE-DPA). 2001. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CASTILLO ALFARO, M.E.; VIDAL MELGAREJO, S.A. **El yacón: una nueva alternativa en la prevención y el tratamiento de la salud**. 2005. Acesso em 2 ago. 2007. Online. Disponível em http://infoagro.net/es/apps/news/record_view.cfm?vsys=a5&id=8641.

CHERBUT, C. Inulin and oligofructose in the dietary fibre concept. **British Journal of Nutrition** v. 87, S159–S162 Suppl. 2, 2002.

CUMMINGS, J.H.; MACFARLANE, G.T. Gastrointestinal effects of prebiotics. **Br. J. Nutr.**, Wallingford, v.87, suppl.2, p.S145-S151, 2002.

CUMMINGS, J.H; STEPHEN, A.M. Carbohydrate terminology and classification. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.61, Suppl 1, p. S5–S18, 2007.

DEN HOND, E. et al. Effect of high performance chicory inulin on constipation. Nutrition Research, v.20, n.5, p.731-736, 2000.

DUARTE, M.R; WOLF, S; PAULA, B.G. Smallanthus sonchifolius (Poepp.) H. Rob. (yacón): identificação microscópica de folha e caule para o controle de qualidade farmacognóstico. **Rev. Bras. Cienc. Farm.** , São Paulo, v. 44, n. 1, 2008.

EL NAGAR, G.; CLOWES, G.; TUDORICA, C.M; KURI, V.; BRENNAN, C.S. Rheological quality and stability of yoc-ice cream with added inulin. **International Journal of Dairy Technology,** vol. 55, nº 2, may, 2002.

GALLARDO, Y.; NUEVO, D.; HERNÁNDEZ, H. **Obtención de inulina a partir del maguey pulquero como fuente de fibra y probiótico.** Informe técnico del departamento de graduados e investigación en alimentos de la escuela nacional de ciencia biológica. México. D.F.ENCB. IPN. 70 p. 2002.

GIBSON, G.R.; R. FULLER. Aspects of in vitro and in vivo research approaches directed toward identifying probiotics and prebiotics for human use. **Journal of Nutrition**, v.130, p. 391-395, 2000.

GUARNER, F. El colon como órgano: hábitat de la flora bacteriana. **Alim Nutri Salud***,* v.7, n.4, p.99-106, 2000.

GUARNER, F.; MALAGELADA, J.R. Gut flora in health and disease. **The Lancet**. 361(8):512-19. 2003.

GONCALVES, N.B.; CARVALHO, V.D.de; GONCALVES, J.R.A. Efeito do cloreto de cálcio e do tratamento hidrotérmico na atividade enzimática e no teor de fenólicos do abacaxi. **Pesq. agropec. bras.** , Brasília, v. 35, n. 10, 2000.

GÕNI, I.; GARCIA-ALONSO, A.; SAURO-CALIXTO, F.A. A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index. **Nutrition Research**, v. 17, nº 3, p. 427-437, 1997.

GRAU, A. et al. El retorno del yacon. **Ciencia Hoy,** v.11, n.63, 2001. Disponível em http://www.cienciahoy.org/hoy63/yacon2.htm. Acesso em 20 jan. 2008.

GRUHN, E. *Inulin*-dietary fiber from chicory and fructose syrups processed thereof. **Food Processing**., v.6. p.7, 1994.

GUERRA, M.P.; TORRES, A.C.; TEIXEIRA, J.B. Embriogênese somática e sementes sintéticas. In: Torres, A. C.; Caldas, L.S. & Buso, J.A. **Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas.** Vol 2. Brasília, EMBRAPA, 1999, p. 533.

GUIGOZ, Y.; ROCHAT, F.; PERRUISSEAU-CARRIER, G.; ROCHAT, I.; SCHIFFRIN, E.J. Effects of oligosaccharides on the fecal flora and non-specific immune system in elderly people. **Nutrition of Research**, Tarrytown, v.22, p.13-25, 2002.

GUTIÉRREZ MAYDATA, A. Café, antioxidantes y proteción a la salud. **Medisan**, Santa Clara, v.6, n.4, p.72-81, 2002.

GUVEN, M.; YASAR, K.; KARACA, O.B.; HAYALOGLU, A.A. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture: **International Journal of Dairy Technology,** v. 58, nº 3, aug, 2005.

FRANCK, A. Technological functionality of inulin and oligofructose. **British Jounal of Nutrition**, v.87, n.2, p.287-291, 2002.

FUCHS, R.HB.; BORSATO, D.; BONA,E. HAULY, M.C.O. Iogurte de soja suplementado com oligofrutose e inulina. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos.** Campinas, v.25, n.1, p. 175-181, jan-mar. 2005.

HERMANN, M.; FREIRE, I. Compositional diversity of the yacon storage root. In:_____. **Impact on a changing world.** Lima: Centro Internacional de la Papa, 1998. p.199-242.

KIMURA, Y.O. Alimentos Simbióticos: A combinação de microrganismos probióticos com ingredientes prebióticos representa uma nova oportunidade no desenvolvimento de produtos lácteos saudáveis. **Revista Laticínios**, n.22, 2002.

KOLIDA, S.; TUOHY,K.; GIBSON, G.R. Prebiotic effetcs of inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**, 87. Suppl. 2, S193-S197, 2002.

LACHMAN, L. et al. Saccharides of yacon [***Smallanthus sonchifolius*** (Poepp. et Endl.) H. Robinson] tubers and rhizomes and factors affecting their content. **Plant soil environment**, Czech Republic, v.50, n.9, p.383-390, 2004.

LAJOLO, M.F; MENEZES, E.W. **Carbohidratos. En Alimentos Regionales**. Iberoamericanos. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2006.

LESENS, C.; DUFORT, C.; PFEIFER, A. M. A.; ROCHAT, F**.** Ice cream with coating containing lactic acid bacteria. **USA Patent** number 6,022,568. February 8, 2000.

LUPETTI, K.O. et al. Análise de imagem em química analítica: empregando metodologias simples e didáticas para entender e prevenir o escurecimento de tecidos vegetais. **Química Nova**, São Carlos, v.28, n.3, p.548-554, 2005.

MANN, J.; CUMMINGS, J.H.; ENGLYST, H.N.; KEY, T.; LIU, S.; RICCARDI, G.; SUMMERBELL, C.; UAUY, R.; VAN DAM, RM.; VENN, B..; VORSTER, HH.; WISEMAN, M. FAO/WHO Scientific Update on carbohydrates in human nutrition: conclusions. **European Journal of Clinical Nutrition,** n.61, Suppl 1, S132–S137, 2007.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **Horticulture Science**, v. 27, n. 12, p. 1254-1555, 1992.

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

MARANGONI, André Luis. Potencialidade de Aplicação de farinha de yacon (Polymnia sonchifolia) em produtos à base de cereais / André Luis Marangoni. – Campinas, [s.n.], 2007. **Dissertação** (mestrado) – Universidade Estadual de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

MATSUO, R.R.; DEXTER, J.E.; Comparison of experimentally milled durum wheat of semolina produced by same Canadian commercial mills. **Cereal Chemistry**, v. 57, p. 117-122, 1980.

MEADE, M. B. Nut spread having reduced fat and reduced calories and process for producing the same. **USA Patent** number 6,010,737. January 4, 2000.

MEIER, R.; LOCHS H. Pre-and probiotics**. Ther Umsch (Therapeutishe Umshau. Revue therapeutique.** Vol. 64. 3 ed, 161-9, Março 2007.

MENNE, E.; GUGGENBUHL, N. Fn-type chicory inulin hidrolysate hás a prebiotic effect in humans. **Journal of Nutrition**, 130, p. 1197-1199, 2000.

MINIM, V.P.R. Análise sensorial: estudos com consumidores. Viçosa: Ed. UFV. 2006. 225 p.

MOSCATTO, J. A.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 634-640, out./dez. 2004.

MOURA, C.P. Aplicação de redes neuronais para a predição e otimização do processo de secagem de yacon (*Polymnia sonchifolia)* com pré-tratamento osmótico. 2004. 115f. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

NINESS K.R. Inulin and oligofructose. What are they? **Journal of Nutrition**, v.129, p. 1402s-1406s, 1999.

PASSOS, L.M.L.; PARK, Y.K. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Cienc. Rural** , Santa Maria, v. 33, n. 2, 2003 .

PERRIN, S.; FOUGNIES, C.; GRILL, J.P.; JACOBS, H.; SCHNEIDER, F. Fermentation of chicory fructo-oligosaccharides in mixtures of differents degrees of polymerization by three strains of bifidobacteria. **Canadian Journal of Microbiology**, vol 48, 8 ed, p. 759-63, Aug 2002.

PRIEBE, M.G. et al. The physiology of colonic metabolism. Possibilities for interventions with pre- and probiotics. **European Journal of Nutrition**, Vol. 41, Suppl.1, 2002.

QUEMENER, B.; THIBAULT, J.F.; COUSSEMENT, P. Determination of inulin and oligofructose in food products and integration in the AOAC method for measurement of total dietary fibre. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, London, v.27, p.125-132, 1994.

QUEMENER, B.; THIBAULT, J.F.; COUSSEMENT, P. Integration of inulin determination in the AOAC method for measurement of total dietary fiber. **International Journal of Biological Macromolecules,** v.21, p.175-178, 1997.

QUINTEROS, E. T. Produção com tratamento enzimático e avaliação do suco de yacon**. Tese** (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

RAFTER, J. et al. Dietary synbiotics reduce cancer risk factors in polypectomized and colon cancer patients. **American Journal of Clinical Nutrition**. v. 84. n. 2, p.488-496, Feb, 2007.

RICHTER, M.; LANNES, S.C.S. Bombom para dietas especiais: avaliação química e sensorial. **Ciênc. Tecnol. Aliment**., Campinas, v. 27, n.1, p. 193-200, jan.-mar. 2007.

ROBERFROID, M.B. Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. **British Journal of Nutrition**. 87(2S), 139S-143S. 2002.

ROBERFROID, M.B. Introducing inulin-type fructans. **British Journal of Nutrition**. 93 (1S) 13-25, Apr 2005.

ROMBEAU, J.L. Investigation of short-chain fatty acids in humans. **Clinical Nutrition**, v.1, p.19-23, 2004.

ROY, C.C., KIEN, C.L, BOUTHILLIER, L., LEVY, E. Short-chain fatty acids: ready for prime time? **Nutrition Clinical Practice,** v.21, p. 351-66. 2006.

SALGADO, S.M.; LIVERA, A. V. S.; GUERRA, N. B.; SCHULLER, A. R. P.; ARAÚJO, A. L. L. Resposta fisiológica in vitro do amido do feijão macassar (Vigna unguiculata L. Walp). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 9, n. 4, p. 297-303, 2006.

SAMPAIO, H.A. et al. Índice glicêmico e carga glicêmica de dietas consumidas por indivíduos obesos. **Rev. Nutr.** , Campinas, v. 20, n. 6, 2007.

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

SEIDEL et al. Influence of prebiotics and antioxidants in bread on the imune system, antioxidative status, and antioxidative capacity in male smokers and non-smokers. **British Journal of Nutrition.** 97, 349-356, 2007.

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. Acesso em 20 nov. 2007. Online. Disponível em http://www.cipotato.org/market/PDFdocs/Yacon_Fundamentos_password.pdf.

SILVA, R. F. Use of inulin as a natural texture modifier**. Cereal Foods World**, v.41, n.10, p.792-794, 1996.

SILVEIRA, K.C., BRASIL, J.A., LIVERA, A.V.S., SALGADO, S.M., FARO, Z.P., GUERRA, N.B. Bebida à base de flocos de abóbora com inulina: características prebióticas e aceitabilidade. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 21, n. 3, 2008.

SILVEIRA RODRIGUEZ, M.B; MONEREO MEGIAS, S; MOLINA BAENA, B. Functional Foods and Optimum Nutrition: A Way or Away? Revista Española Salud Publica, Madrid, v. 77, n. 3, 2003.

SIMONOVSKA, B. et al. Investigation of phenolic acids in yacon (***Smallanthus sonchifolius***) leaves and tubers. **Journal of Chromatography A**, Czech Republic, v.1016, n.1, p.89-98, 2003.

SOMMIER, A.; CHIRON, H.; COLONNA, P.; VALLE, G. D.; ROUILLÉ, J. An instrumented pilot scale oven for the study of French bread baking. **Journal of food Engineering**, v. 69, p. 97-106, 2005.

STAR COLOR. **CIE Lab Color System**. Disponível em <http://www.starcolor.co.th/1qc.html> Acesso em: 3 dez.2007.

STATISTICA. **Versão 6.0 for windows volume IV.** 2002. Tulsa-OK, USA:Statsoft Inc (software).

TAKENAKA, M. Caffeic acid derivatives in the roots of yacon (***Smallanthus sonchifolius***). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Japan, v.51, n.3, p.793-796, 2003.

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

VANDERZANT, C.; SPLITTSLOESSER, D.F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington (DC): American Public Health Association; 2001.

VILHENA, S. M. C; CÂMARA, F.L.; KADIHARA, S.T. O cultivo do yacon no Brasil. **Horticultura Brasileira.** v.18, n.1, p.5-8, 2000.

WANG, J.; ROSELL, C.M.; BARBER, C.B.de. Effect of the addition of different fibres on dough performance and bread quality. **Food Chemistry**, v. 79, p. 221-226, 2002.

WONG, J.M., *et al.* Colonic health : fermentation and short chain fatty acids. **Journal Clinical Gastroenterology**, v. 40, 3 ed, p. 235-43, Mar 2006.

ZUMBE, A.; SANDERS, N. Process for manufacture of reduced fat chocolate. **USA Patent** number 5,989,619. November 23, 1999.

Apêndices

APÊNDICE 1

Ficha de Análise Descritiva (Teste de Threshold)

Teste de "Threshold" (Reconhecimento)

Provador:_____ Data: ____/____/____

Instruções:

Você está recebendo uma série de amostras apresentando sabores com concentrações diferentes. Deguste cuidadosamente cada uma delas, compare com o padrão e coloque um "X" na coluna apropriada, de acordo com o sabor reconhecido.

Código das amostras	Sabor não identificado	Ácido	Amargo	Salgado	Doce
21					
34					
06					
49					
45					
15					
29					
57					
36					
70					
22					
18					

Observação: _____

APÊNDICE 2

PREPARO DOS TAMPÕES PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE GLICÊMICO

- **Solução Tampão KCl – HCl pH = 1,5**

KCl 0,2M
50 mL

HCl 0,2 M
41,5 mL

Volume final = 200 mL

- **Solução Tampão Tris-Maleato (Trihidroximetilaminometano) 0,1M pH = 6,9**

24,2 g de TRIS + 23,2 g de ácido málico /L
Tomar 25 mL + NaOH 0,2M para corrigir o pH a 6,9
Colocar em balão de 100 mL e completar com água destilada para 200 mL.

- **Solução Tampão ácido acético-acetato pH = 4,75**

Solução A (acetato de sódio 0,1M)
Acetato de sódio hidratado: 13,6g/L
Acetato de sódio não hidratado: 8,204 g/L

Solução B (ácido acético 0,1M)
Ácido acético: 5,8 mL/L

56,6 mL da solução A + 43,4 mL da solução B

Anexos

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
COMISSÃO EDITORIAL
REVISTA CERES

Campus Universitário – Viçosa, MG – 36570-000 – Telefone: (31) 3899-2136 - Fax: (31) - E-mail: ceres@ufv.b r

D E C L A R A Ç Ã O

Declaro, para os devidos fins, que se encontra em tramitação o artigo **"MAPA DE PREFERÊNCIA INTERNO DE PÃES FORMULADOS COM FARINHA DE YACON (Smallanthus sonchifolius)"** de autoria de Priscilla Moura Rolim, Viviane Montarroyos Padilha, Silvana Magalhaes Salgado, Alda Verônica Souza Livera e Samara Alvachian Cardoso Andrade. Processo nº 123/2008.

Viçosa, 14 de agosto de 2008.

Mirian Moema Moreira Magalhães
Comissão Editorial da
Revista Ceres