

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Giovanna Guimarães Barabba

**BENEFÍCIOS E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS EM ALIMENTOS  
ENRIQUECIDOS COM FARINHA DE BATATA YACON**

Buri

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Giovanna Guimarães Barabba

**BENEFÍCIOS E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS EM ALIMENTOS  
ENRIQUECIDOS COM FARINHA DE BATATA YACON**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como exigência parcial para a obtenção do  
grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos  
na Universidade Federal de São Carlos.

Orientação: Prof. Dr. Edison Tutomu Kato  
Junior.

Buri

Guimarães Barabba, Giovanna

Benefícios e propriedades tecnológicas em alimentos enriquecidos com farinha de batata yacon / Giovanna Guimarães Barabba -- 2023.  
35f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): Edison Tutomu Kato Junior

Banca Examinadora: Edison Tutomu Kato Junior, Miriam Mabel Selani, Maria Aliciane Fontenele Domingues

Bibliografia

1. Batata yacon. 2. Alimentos funcionais . 3. Smallanthus sonchifolius. I. Guimarães Barabba, Giovanna. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

**GIOVANNA GUIMARÃES BARABBA**

**BENEFÍCIOS E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS EM ALIMENTOS  
ENRIQUECIDOS COM FARINHA DE BATATA YACON**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de São Carlos.

Aprovado em: 30/01/2023.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 EDISON TUTOMU KATO JUNIOR  
Data: 07/02/2023 21:19:41-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. Edison Tutomu Kato Junior (Orientador)  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Documento assinado digitalmente  
 MIRIAM MABEL SELANI  
Data: 30/01/2023 14:18:21-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof(a). Dr(a). Miriam Mabel Selani  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

  
Prof(a). Dr.(a) Maria Aliciane Fontenele Domingues  
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

## RESUMO

BARABBA, Giovanna. **Benefícios e propriedades tecnológicas em alimentos enriquecidos com farinha de batata *yacon***. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Lagoa do Sino, Buri, 2023.

A alimentação é extremamente importante para controlar, prevenir e tratar certas doenças. Por conta disso, cresce cada vez mais o interesse pelos alimentos funcionais, tendo como objetivo contribuir na elevação da saúde. Alimentos funcionais têm por definição aqueles que, ao serem introduzidos em uma dieta, oferecem benefícios para o funcionamento metabólico e fisiológico do organismo, além das funções nutricionais básicas, colaborando na saúde, melhora da qualidade de vida e prevenção de doenças. As pesquisas pertinentes à área da saúde usando o *yacon* e seus derivados estão em alta devido ao seu potencial prebiótico, melhora do sistema imune, atividade antioxidante e redução da glicemia. Como há esses inúmeros benefícios nutricionais e funcionais provenientes do *yacon*, a farinha desse tubérculo está sendo desenvolvida e utilizada como ingrediente em alimentos. Tal utilização no desenvolvimento de novos produtos alimentícios é promissora, pois suas propriedades funcionais têm sido cada vez mais estudadas pela academia. A partir do *yacon* tem-se a possibilidade de obtenção da farinha, e com ela desenvolver novos produtos, tais como: pães, bolos, *frozen* iogurte, fishburguer de tilápia, entre outros. Este trabalho tem por objetivo principal compilar informações para análise e comparação do uso da farinha de batata *yacon* em formulações e seus benefícios para a saúde humana baseados em fundamentações teóricas, resultando em uma revisão bibliográfica.

**Palavras-chave:** Batata. *Yacon*. Alimentos Funcionais. *Smallanthus sonchifolius*.

## **ABSTRACT**

One of the most important aspects in controlling, preventing, and treatment for several diseases is food. Because of that, the interest in functional food has been increasing steadily to promote health in general. Functional food is those that when part of a diet, besides the basic nutrition functions, present physiological and metabolic function benefits to the organism, contributing towards health, life quality and disease prevention. Health research utilizing yacon and its derivatives stand out for their prebiotic potential, antioxidant activity, immune system improvements and decrease on blood glucose. Due to the nutritional and functional benefits that the yacon potato presents, its flour has been developed and used as an ingredient. The use of yacon and its derivatives in developing new food products is promising, since its functional properties are being researched and confirmed scientifically over time. It is possible to make yacon into flour, and with it, develop new products such as: breads, cakes, frozen yogurt, tilapia fishburger and others. The main objective of this study is to compile the necessary information for analysis and comparison of the use of yacon potato flour in formulations and its benefits for human health based on theoretical foundations, resulting in a literature review.

**Keywords:** Potato. Yacon. Flour. *Smallanthus sonchifolius*.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

UFSCar Universidade Federal de São Carlos

DCNT Doenças crônicas não transmissíveis

ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária

RDC Resolução de Diretoria Colegiada

FOS Frutooligossacarídeos

HDL Colesterol bom

FH Frutano hidrolase

FTase Frutosiltransferases

FFase  $\beta$ -frutofuranosidases

ANOVA Análise de variância

ACP Análise de componente principal

## SUMÁRIO

1.	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
2.	<b>PREBIÓTICO VS PROBIÓTICO</b> .....	15
2.1	<b>Os efeitos atribuídos aos probióticos e prebióticos</b> .....	15
3.	<b>ORIGEM E CARACTERÍSTICAS DA BATATA YACON</b> .....	16
3.1	<b>Farinha de <i>yacon</i></b> .....	18
4.	<b>FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS</b> .....	19
4.1	<b>Efeito pós-colheita</b> .....	19
4.2	<b>Transfrutoseilação da sacarose</b> .....	20
4.2.1	Hidrólise da inulina .....	22
5.	<b>METODOLOGIA</b> .....	22
6.	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
7.	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	34
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35

## 1. INTRODUÇÃO

Um problema relevante está relacionado às doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), que estão associadas ao estilo de vida e uma dieta inadequada e relacionadas às famílias de baixa renda. Isso vem tornando-se motivo de preocupação mundial. É notável um alto número de mortes e perda da qualidade de vida (OLIVEIRA e ANDRADE, 2020).

Segundo o ministério da saúde (2021), por volta de 41 milhões de pessoas em um ano são mortas pelas DCNTs, equivalendo a 71% de todas as mortes no mundo. Vale ressaltar que a alimentação é um dos aspectos mais importantes para controlar e tratar a maioria dessas doenças. À vista disso, o interesse pelos alimentos saudáveis e funcionais tem crescido muito, visando colaborar com a promoção da saúde (OLIVEIRA e ANDRADE, 2020).

Para início da organização deste trabalho, partiu-se da conceituação do crescente interesse das indústrias alimentícias em desenvolver produtos de alto valor agregado com características funcionais, visto que a população tem buscado melhorias na qualidade de vida, visando benefícios à saúde. Não há definição de alimentos funcionais pela legislação brasileira, porém a Agência Nacional da Vigilância Sanitária - ANVISA (1999a e 1999b) define a alegação de propriedades funcionais e a alegação de propriedades de saúde, sendo elas, respectivamente: “é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano” e “...é aquela que afirma, sugere ou implica a existência de relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde”. Ela ainda cita que os alimentos funcionais estão inclusos no argumento de alimento e não de medicamento. Eles fazem parte de uma dieta normal, com benefícios além da nutrição básica e são seguros para consumo sem administração médica. Dessa maneira, é proibido indicações de propriedades terapêuticas e medicinais.

A batata *yacon* e a farinha de *yacon* apresentam diversos benefícios por serem constituídas de substâncias que auxiliam na saúde humana. Pode-se ressaltar que a inserção destes ingredientes na alimentação está diretamente relacionada à prevenção e tratamento de certas doenças, além de apresentarem alto valor nutricional. A raiz carrega aporte funcional advindo de prebióticos e fibras solúveis.

A partir dessas considerações, o objetivo desta pesquisa é a compilação de análises e informações que comprovem tais benefícios ao utilizar a farinha de *yacon* como ingrediente. Este estudo está distribuído em 3 tópicos. O tópico 1 trata sobre a diferença entre prebiótico e probiótico, ressaltando que a farinha de *yacon* é considerada um prebiótico. No tópico 2,

estuda-se a proposta das características intrínsecas do referido produto e seus benefícios no consumo humano. O tópico 3 traça a trajetória desde a colheita e pós-colheita, abrangendo melhor o significado de frutooligossacarídeos (FOS), relatando também sua possível obtenção comercial pela transfrutossilacção da sacarose ou pela hidrólise da inulina. Posteriormente, a discussão será representada nos tópicos junto às reflexões, análises, gráficos e imagens sobre o tema.

Em suma, a tabela 1 abaixo ilustra produtos enriquecidos com farinha *yacon*, sendo os quatro primeiros temas mais aprofundados no decorrer deste trabalho.

**TABELA 1 – ANÁLISE DE DADOS**

<b>AUTORES / PRODUTOS ANALISADOS</b>	<b>PONTOS POSITIVOS</b>	<b>PONTOS NEGATIVOS</b>
1- Padilha <i>et al.</i> , (2010) / Bolo de chocolate	Melhores médias para: gosto doce, aroma, maciez, qualidade global e sabor de chocolate; Substituto parcial do açúcar.	Menor nota para: estrutura e umectância; Escurecimento do produto.
2- Oliveira e Andrade (2020) / Pão de forma	Alto potencial de consumo e comercialização; Uso integral da batata (casca e polpa).	Não apresentou.
3- Livi e Ebertz (2018) / <i>Frozen yogurt</i>	Colaboração para conservar a cultura probiótica viável no decorrer do <i>shelf life</i> ; Melhor avaliação de compra.	Não apresentou.
4- Zitkoski (2016) / Fishburguer de tilápia	Melhor solubilidade; Substituto do amido de milho.	Sabor adocicado.
5- Sotelo <i>et al.</i> , (2021) / Biscoitos doces	Substituto da farinha de trigo em formulações de panificação.	Não apresentou.
6- Junior <i>et al.</i> , (2018) / Mortadela de carneiro	Aceitação sensorial e intenção de compra.	Escurecimento do produto.
7- Lovera (2018) / Massa de pizzas sem glúten	Maior viscosidade, melhor sabor e textura, mais bem avaliada em pizzas doces também.	Escurecimento do produto.

Fonte: próprio autor (2023).

## 2. PREBIÓTICO VS PROBIÓTICO

O regulamento técnico responsável pela constituição das diretrizes básicas de análise e comprovação das propriedades funcionais e/ou de saúde inseridas nos rótulos alimentares se dá pela RDC N° 18, de 19 de novembro de 1999 (ANVISA, 1999a), enquanto a RDC N° 19, de 30 de abril de 1999 se responsabiliza pelo procedimento com a finalidade de registro de alimentos que contenham alegações de propriedades funcionais ou de saúde no rótulo (ANVISA, 1999b). Alguns exemplos de compostos funcionais são os prebióticos e probióticos.

A inclusão de probióticos e prebióticos na dieta garantem a eficiência da microbiota intestinal humana. Probióticos são microrganismos vivos, que em quantidades apropriadas, podem conferir benefícios à saúde do consumidor. As culturas bacterianas probióticas auxiliam no crescimento de bactérias desejáveis, combatendo a multiplicação de bactérias que possam ser prejudiciais, resultando em um reforço de mecanismo de defesa do corpo humano, ou seja, contribuindo para a imunidade. (SAAD, 2006).

Já os prebióticos são carboidratos não digeríveis que estimulam a multiplicação e a atividade das bactérias benéficas no cólon. Ocorre penetração no intestino grosso, fornecendo substrato para as bactérias intestinais. Alguns exemplos de probióticos são bactérias lácticas e bifidobactérias (SILVA e NÖRNBERG, 2003).

Segundo Portes (2005), por exemplo, a inulina e oligofrutose (FOS) são prebióticos da classe frutanos. Os frutanos são polímeros de frutose, ligados ou não a uma molécula terminal de sacarose (PIMENTEL *et al.*, 2012). Dessa forma, esses dois componentes são classificados como fibras alimentares fermentáveis e solúveis, não sendo digeridas pelas enzimas hidrolíticas (maltase, isomaltase e sacarase) e pela  $\alpha$ -amilase, na porção superior do trato gastrointestinal (SAAD, 2006). Para concluir, as fibras alimentares são pertencentes à categoria dos carboidratos e se classificam como solúveis ou insolúveis, fermentáveis ou não (CHIMOF; SIMMS, 2008).

### 2.1 Os efeitos atribuídos aos probióticos e prebióticos

A ingestão de culturas probióticas visa controlar a microbiota intestinal e estabilizá-la depois da utilização de antibióticos, diminuir os patógenos produzindo ácido lático e ácido acético, compostos antimicrobianos, como bacteriocinas, entre outros, promover a resistência do sistema gastrointestinal em relação à propagação de patógenos, promover a digestão da

lactose em pessoas intolerantes à lactose, estimular o sistema imunológico, aumentar a absorção e produção de vitaminas e minerais, ademais de inibir a carcinogênese e distúrbios do metabolismo gastrointestinal (SAAD, 2006; SANTOS e CANÇADO, 2009).

Por outro lado, os benefícios atribuídos a partir da ingestão de culturas prebióticas podem ser a absorção de cálcio e redução de riscos de aterosclerose, de níveis de colesterol plasmático e de triglicérides. Auxilia a modular a composição da microbiota do intestino, reduz o risco de doenças cardiovasculares e câncer de cólon, e fortalece o sistema imune (CAPRILES e ARÊAS, 2012).

### 3. ORIGEM E CARACTERÍSTICAS DA BATATA YACON

**FIGURA 1 – BATATA YACON IN NATURA**



Fonte: [www.google.com.br](http://www.google.com.br)

A etimologia da palavra *yacon* é derivada da *yacun* que significa “de água” e, tem como espécie – *Smallanthus sonchifolius* originada na região Andina na Cordilheira dos Andes. Ela está representada na Figura 1 e apresenta compostos bioativos, classificando-se como alimento funcional, tendo um alto valor nutritivo, e presença de substâncias que beneficiam a saúde do ser humano. A planta está incluída na família Asteraceae, sendo perene herbácea. (SACRAMENTO *et al.*, 2017; PEDROSA, 2018).

Segundo Andrade (2018), o *yacon* tem despertado a atenção ultimamente devido à presença de compostos bioativos importantes à saúde humana, apresentando prebióticos e fibras alimentares solúveis, gerando pouca digestão pelas enzimas gastrointestinais, estimulando a atividade e crescimento de bactérias benéficas à saúde. Ademais, se adapta a variados solos e climas, possui alta produtividade, possibilita o controle da erosão e pode ser usada como forrageira.

Para Santana e Cardoso (2008), as folhas apresentam dois sistemas de defesa:

Uma trama de pelos que dificulta o acesso dos insetos e uma alta densidade de glândulas. A associação destes mecanismos faz com que as folhas de *yacon* sofram menos ataques por insetos, permitindo seu cultivo sem a utilização de agrotóxicos, gerando dessa forma, menor contaminação do produto.

Essas mesmas autoras relatam que os compostos presentes no *yacon* são estáveis até 140 °C e pH maior que 3. Ou seja, os FOS podem passar por processos térmicos em indústrias de alimentos sem causar degradação dos ativos. Tanto que o *yacon* é um alimento, entretanto sua utilização é referida para fins medicinais no exterior.

No Brasil, a Anvisa ainda não permite seu uso para medicamento, mas em alguns locais do Peru ele é utilizado como antirraquítico. Nos Andes, as raízes são usadas como remédio para afecções hepáticas e renais, e também como rejuvenescedor da pele. Na Bolívia, a raiz é utilizada por pessoas com problemas digestivos e/ou com diabetes (SANTANA e CARDOSO, 2008).

Em adição, sua composição é basicamente água e carboidratos. Os carboidratos presentes são: monossacarídeos, tais como glicose e frutose e oligossacarídeos sendo eles frutooligossacarídeos e sacarose, com presença também de pequenas quantidades de inulina e amido. (GRAU e REA, 1997). Já que possui umidade elevada (83 – 90%), tem baixo valor energético (ANDRADE, 2018). Vale ressaltar que a composição dos açúcares presentes é alterada em relação a condições como o período de colheita, tratamento pós-colheita, da sazonalidade, clima, solo e altitude (LIVI e EBERTZ, 2018).

Distintivamente da maior parte de raízes e tubérculos que armazenam carboidratos no formato de amido, o *yacon* armazena exclusivamente frutooligossacarídeos, ou seja, açúcares não digeríveis diretamente pelo corpo humano já que não contém enzimas necessárias para o metabolismo destes componentes, considerando-se que são compostos bioativos na alimentação humana. Ainda que haja a variação dos tipos de açúcar, o *yacon* apresenta a seguinte composição em base seca: FOS com faixa de 40 a 70%, 5 a 15% de frutose, 5 a 15% de sacarose e inferior a 5% de glicose (RIBEIRO, 2008).

Este tubérculo apresenta baixos teores de lipídeos, proteína, minerais e vitaminas (SEMINARIO e VALDERRAMA, 2003). O potássio é o mineral mais abundante, representando aproximadamente 230 mg/100 g de matéria comestível, equivalente a 1 - 2% do peso seco total. Encontram-se também o fósforo, cálcio, magnésio, ferro, zinco, sódio, cobre e manganês, porém em menores quantidades (MANRIQUE e PÁRRAGA, 2005). Os elementos traços de vitaminas presentes na composição do *yacon* são: caroteno, tiamina, niacina, retinol e riboflavina. O ácido ascórbico é encontrado mais abundantemente.

O triptofano também está presente, aparecendo em quantidades moderadas, além de flavonoides, como a quercetina (VALENTOVÁ e ULRICHOVÁ, 2003). Ribeiro (2008) ressaltou que os compostos fenólicos (ácidos ferúrico, cafeico e clorogênico) estão presentes nas folhas e nas raízes da *yacon*. Santana e Cardoso (2008) levantam algumas propriedades desses compostos, tais como:

serem antioxidantes, exercer efeitos quelantes e modular à atividade de vários sistemas enzimáticos, de modo a atuar majoritariamente na dieta como elementos que promovem saúde ante fatores químicos e físicos estressantes para o organismo.

### 3.1 Farinha de *yacon*

É possível obter a farinha a partir do *yacon*, e então desenvolver novos produtos a partir deste novo ingrediente, como exemplos: pães, bolos, *frozen yogurt*, fishburger de tilápia, entre outros (Oliveira e Andrade, 2020; Padilha *et al.*, 2010; Ebertz e Livi, 2018; Zitkoski, 2016).

A farinha de batata *yacon* está sendo usada na tecnologia de alimentos como fontes de fibras e está demonstrando resultados acetáveis nas análises sensoriais e físico-químicas. O consumo da mesma tem um efeito positivo na saúde humana, gerando uma proteção contra doenças cardiovasculares, diabetes, câncer e obesidade (TORRA *et al.*, 2021).

Como já foi dito, a batata *yacon* e seus derivados destacam-se em pesquisas relacionadas à área da saúde. A farinha desse tubérculo está sendo desenvolvida e usada na forma de ingrediente em aplicações de produtos alimentares por apresentar benefícios nutricionais e funcionais. (GUSSO *et al.*, 2015).

Utilizando-se do extrato aquoso das raízes do *yacon* é possível reduzir o triglicérides, colesterol total, além de outras lipoproteínas, além de aumentar o colesterol bom (HDL) (OLIVEIRA *et al.*, 2013) e auxiliar na diminuição dos fatores de risco de diabetes (VANINI *et al.*, 2009). Segundo TOSTES *et al.* (2014), a utilização de alimentos enriquecidos com farinha de batata *yacon* melhora o sistema imunológico de crianças na faixa etária de 2 – 5 anos de idade. Além disso, ela possui propriedades fisiológicas benéficas, como já foi comentado.

## 4. FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS

O frutooligossacarídeo cumpre propriedades funcionais e fisiológicas análogas às fibras. O consumo causa um efeito bifidogênico, apresentando estímulo seletivo a multiplicação de bifidobactérias (bactérias probióticas), isto é, presentes naturalmente no intestino e que são benéficas. O consumo de FOS melhora o sistema gastrointestinal, auxilia na redução dos níveis de glicose no sangue e de colesterol sérico, apresenta ação antioxidante, estimula a absorção de cálcio e promove uma melhora do sistema imunológico (GOMES, 2019).

Segundo Oliveira e Andrade (2020, p. 04), os alimentos considerados fonte de FOS devem fornecer por porção no mínimo 2,5 g do ativo. O frutooligossacarídeo é um componente alimentar naturalmente presente na cebola, alho, trigo, alcachofra, banana e no *yacon*. Ressalta-se que o *yacon* apresenta alto potencial como alimento funcional já que proporciona alta quantidade de frutooligossacarídeos e compostos fenólicos.

### 4.1 Efeito pós-colheita

As autoras Santana e Cardoso (2008) relatam que, quando ocorre a colheita, os órgãos das plantas sofrem transformações químicas e bioquímicas, produzindo energia para continuar os processos de transpiração e respiração. Desse modo, a despolimerização das cadeias dos frutooligossacarídeos armazenados gera a energia indispensável para prover a demanda destes processos.

As autoras ainda levantaram diferentes estudos demonstrando que logo após a colheita, existe um processo rápido de alteração na composição química dos açúcares presentes:

Os açúcares polimerizados tendem a se despolimerizar com o tempo pós-colheita, isto é, os FOS são hidrolisados em açúcares simples pela ação da enzima frutano hidrolase (FH), que os converte em frutose, sacarose e glicose. Após uma semana de armazenamento à temperatura ambiente, cerca de 30 a 40% dos FOS terão sido transformados em açúcares simples. No entanto, a velocidade desta conversão é mais lenta se o *yacon* é armazenado em temperaturas de refrigeração. As temperaturas de refrigeração são úteis também para reduzir a taxa de putrefação e deterioração das raízes durante o armazenamento.

A despolimerização da cadeia resulta em degradação dos frutanos. De início, a enzima frutano hidrolase (FH) rompe a cadeia entre os resíduos de frutose até a molécula terminal de sacarose. Após isso, a invertase quebra a molécula de sacarose obtendo glicose livre e frutose.

É através desse sistema com enzimas que acontece a síntese e a degradação de todos os tipos de FOS que se apresentam no *yacon* (SANTANA e CARDOSO, 2008).

Os enlaces  $\beta$  (2 $\rightarrow$ 1) caracterizam os frutanos (frutooligossacarídeos e inulina) em meio as unidades de frutose com molécula terminal de glicose, sacarose ou frutose. A estrutura linear é apresentada com grau de polimerização diferente. Os frutooligossacarídeos têm menor grau de polimerização e se originam a partir da hidrólise da inulina e da transfrutossilação da sacarose, nesta ordem. Enquanto a inulina é um composto de maior grau de polimerização (PADILHA *et al.*, 2010).

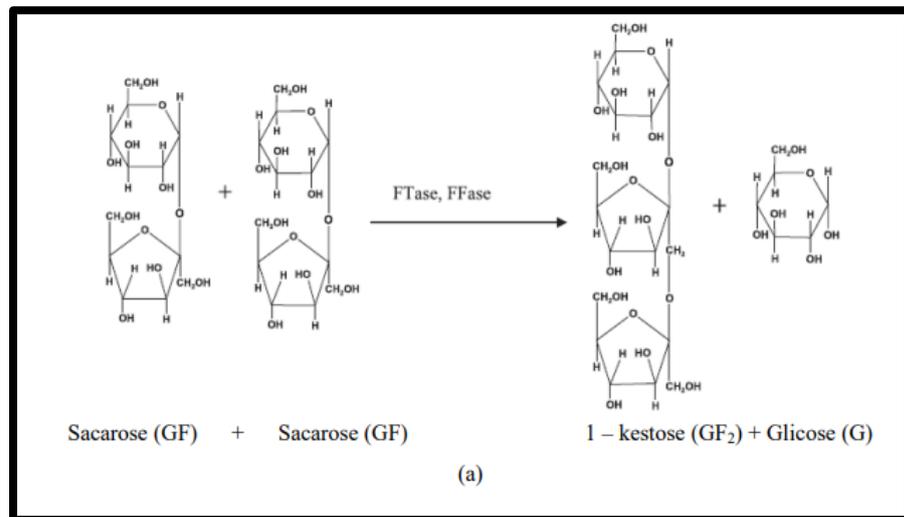
#### 4.2 Transfrutossilação da sacarose

As raízes tuberosas de *yacon* nos primeiros dias de desenvolvimento têm uma concentração de açúcares simples grande e a de FOS baixa. Duas enzimas, durante os dias, agem para sintetizar os FOS (SANTANA; CARDOSO, 2008). Esta ação é conhecida por transfrutossilação em resíduos de sacarose. Tais enzimas são: frutossiltransferases (FTase) e  $\beta$ -frutofuranosidases (FFase) (MACEDO; VIMERCAT; ARAÚJO, 2020).

Em relação às enzimas Frutossiltransferases ou  $\beta$ -frutofuranosidases, elas são conhecidas também por invertases. A FTase e FFase normalmente derivam de vários microrganismos, contendo os fungos *Aspergillus japonicus*, *Aureobasidium pullulans* e *Aspergillus niger* (MASO, 2019).

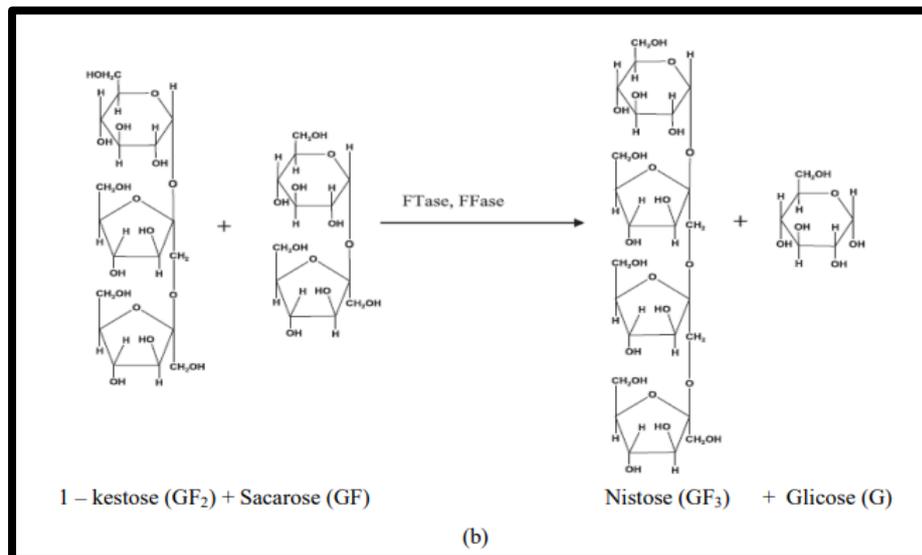
A autora Maso (2019, p. 14) ainda explica que as  $\beta$ -frutofuranosidases (FFase) são responsáveis por hidrolisar os carboidratos de ligação glicosídica (tipo  $\alpha$ - $\beta$ ) que apresentam um radical  $\beta$ -fructofuranosil não substituído, e seu substrato preferencial é a sacarose. Tais invertases estão inclusas na família GH32 das glicosil hidrolases, encontrando 370 elementos de origem bacteriana, vegetal e fúngica. Pode-se citar que elas estão reunidas em diversas isoformas dependendo do seu pH de acionamento. Pode-se observar a reação de formação dos FOS inicialmente pelas invertases nas figuras 2 e 3 a seguir.

**FIGURA 2 – ESQUEMA DA FORMAÇÃO DE FOS PELA REAÇÃO CATALIZADA POR FTase e FFase COM FORMAÇÃO DE KETOSE E GLICOSE**



Fonte: Fonte: (MASO, 2019).

**FIGURA 3 – ESQUEMA DA FORMAÇÃO DE FOS PELA REAÇÃO CATALIZADA POR FTase e FFase COM FORMAÇÃO DE NISTOSE E GLICOSE**



Fonte: (MASO, 2019).

Para Maso (2019), a FTase também é uma enzima empregada na indústria e seu mecanismo enzimático acontece da seguinte forma:

Ocorre através da hidrólise da sacarose na ligação  $\beta$ -1,2 e a transferência do grupo frutossil para uma outra molécula, podendo ser a própria sacarose ou frutooligossacarídeos (FOS), ocorrendo a liberação da glicose, sendo essa reação chamada de transfrutossilção.

#### 4.2.1 Hidrólise da inulina

As enzimas inulinases realizam uma hidrólise enzimática na inulina, produzindo o FOS. Segundo os autores Macedo, Vimercat e Araújo (2020) a hidrólise ocorre da seguinte maneira:

Formando-se unidades lineares com duas a sete unidades de frutose com ou sem uma unidade de glicose terminal. As inulinases são classificadas em endo e exoinulinase, podendo ser obtidas a partir de tecidos de plantas e por microrganismos, respectivamente. No entanto, o uso de enzimas oriundas de plantas é limitado devido às condições sazonais e ao baixo rendimento. As endoinulinases hidrolisam aleatoriamente a inulina para a produção de uma mistura de FOS com diferentes graus de polimerização. Já, as exoinulinases hidrolisam a ligação  $\beta(2\rightarrow1)$  a partir da extremidade não redutora da inulina.

Para melhor entendimento do tema deste trabalho, será apresentado e esclarecido através de análises físico-químicas, sensoriais e resultados estatísticos à comprovação de qualidade sensorial e de aceitação da batata *yacon*, exposto por autores e pesquisadores que discutem o propósito.

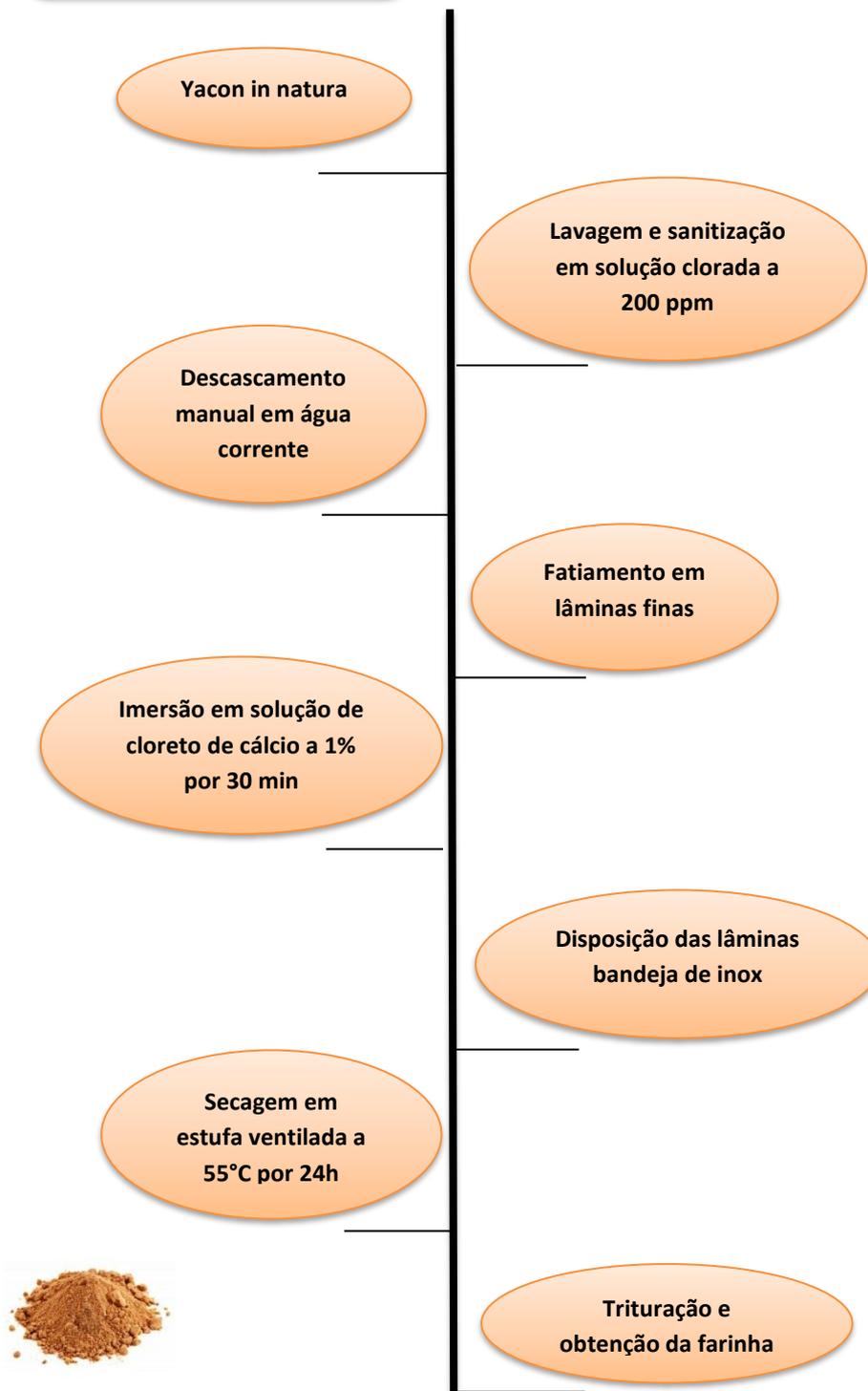
### 5. METODOLOGIA

Trata-se de uma análise bibliográfica, qualitativa e comparativa de diferentes autores que abordaram sobre o potencial do *yacon* ao enriquecer aplicações. As literaturas nacionais e internacionais apontaram que diversos autores estudaram o desenvolvimento de produtos alimentícios a partir da incorporação do *yacon* (ingrediente funcional) com foco em abordagem de análises físico-químicas e sensoriais avaliadas por julgadores. Para fazer o levantamento dos estudos utilizou-se algumas palavras chaves no Google Acadêmico, como: farinha de *yacon* e aplicações com farinha de *yacon*, pesquisando estas mesmas palavras chaves em inglês também. A seleção dos trabalhos foi realizada pensando em aplicações variadas, como exemplo de um produto doce, um produto salgado, um produto lácteo e gelado e um produto cárneo.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo de Padilha *et al.*, (2010) buscou verificar a utilização de farinha de *yacon* em formulações de bolos de chocolate a fim de avaliar a influência deste componente nas características sensoriais e de cromaticidade do produto final.

Foram recebidas raízes de *yacon* (*Smallanthus sonchifolius*) in natura. A partir disso a raíz passou por processamento a fim de se obter farinha de *yacon*. As etapas do processo seguem no fluxograma 1 abaixo:

**FLUXOGRAMA 1**

Fonte: Adaptado de Padilha *et.al.*, (2010).

Assim, como mostra a Tabela 2, realizou-se as 3 formulações:

**TABELA 2 – FORMULAÇÕES DE BOLOS DE CHOCOLATE COM PORCENTAGENS DIFERENTES DE FARINHA DE YACON**

<b>Ingredientes</b>	<b>Amostra padrão (P)%</b>	<b>Amostra experimental (A)%</b>	<b>Amostra experimental (B)%</b>
Ovos médios	2 unidades	2 unidades	2 unidades
Margarina (80% de lipídeos)	100 g	100 g	100 g
Leite em pó reconstituído	100 mL	90 mL	80 mL
Cacau em pó	6 g	6 g	6 g
Açúcar cristal	100 g	70 g	40 g
Achocolatado	36 g	36 g	36 g
Farinha de trigo	100 g	80 g	60 g
Farinha de <i>yacon</i>	-	20 g	40 g
Fermento em pó	16 g	16 g	16 g
Sal	3 g	3 g	3 g

Fonte: Padilha *et al.*, (2010).

Para determinar o perfil sensorial, Padilha *et al.*, (2010) selecionaram 15 voluntários dos 20 candidatos que se submeteram ao teste de sensibilidade aos gostos básicos. Tal análise foi concluída através do teste ADQ e os termos utilizados para a análise estão descritos no Quadro 1 a seguir:

**QUADRO 1 – DEFINIÇÕES DOS ATRIBUTOS DESCRITIVOS PARA AS AMOSTRAS DE BOLO**

Descritores	Definições
Aroma	Aroma de bolo preparado com achocolatado e cacau em pó
Cor do miolo	Cor característica do miolo do bolo
Estrutura do miolo	Atributo de aparência em relação à estrutura do centro do bolo
Gosto doce	Sabor característico da sacarose
Sabor de chocolate	Sabor de bolo preparado com achocolatado e cacau em pó
Sabor residual	Sensação olfato gustativa que ocorre após degustação do bolo devido à presença de algum ingrediente que esteja em maior evidência na formulação
Maciez	Força necessária para provocar uma determinada deformação
Umectância	Sensação provocada pela quantidade de água no alimento
Qualidade global	Características gerais que determinam o perfil sensorial do alimento

Fonte: Padilha *et al.*, (2010).

A partir das amostras do quadro acima, foi organizada uma Ficha de Análise Sensorial apresentada por Padilha (2010). Os resultados das análises dos bolos foram apresentados em um gráfico de aranha (Figura 4) que demonstrou em escala não estruturadas com o centro zero e topo com 12 cm e a média de cada característica está marcada no eixo correspondente, sendo assim, traça-se o perfil sensorial pela ligação dos pontos, indicando a intensidade para que sejam avaliados os atributos sensoriais segundo as amostras, além de salientar as similaridades e diferenças dos produtos analisados.

Após isso, os dados sensoriais foram submetidos segundo os critérios da Análise de Variância - ANOVA, juntamente com o teste da Duncan que tem como objetivo comparar as medidas obtidas no nível 5% de significância. Assim, para ponderar as relações entre as amostras e os aspectos sensoriais, os dados foram submetidos à análise de Componente Principal – ACP. Para esse fim foi utilizado o *software statistic for Windows* conforme demonstra (PADILHA et al., 2010). Já a cor dos bolos foi determinada no Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra – LEAAL com um colorímetro marca Minolta CR-400. E a avaliação de cores das três formulações dos bolos aconteceram por três parâmetros:

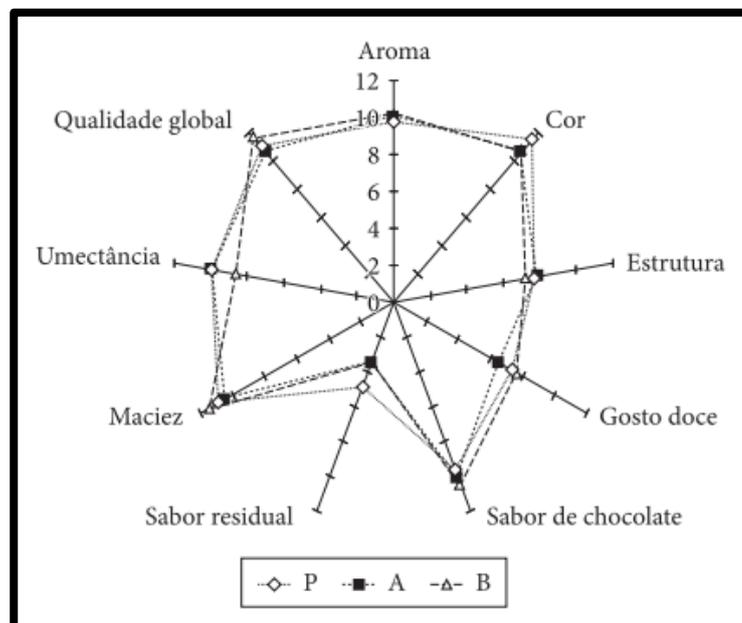
- 1- Definiu-se a luminosidade pelo parâmetro L\* (L\* = 0 preto e L\* = 100 branco);

- 2-  $a^*$  ( $+a^*$  vermelho e  $-a^*$  verde) sendo que os itens 2 e 3 se referem a cromaticidade;
- 3-  $b^*$  ( $b^*$  amarelo e  $-b^*$  azul).

Nesse contexto, para cada análise, os testes foram realizados em triplicata e expressou-se os resultados por média. Com relação a amostra B, bolo que apresenta a maior porcentagem (40%) de farinha *yacon*, obteve as maiores médias para os atributos gosto doce, aroma, maciez, qualidade global e sabor de chocolate, entretanto, somente os três últimos foram expressivamente divergentes das outras amostras.

Dessa forma, fica evidente que o atributo maciez da amostra B apresentou maior média devido a presença da inulina (frutano) que ao ter contato com o leite, resulta em uma cremosa mistura que provoca uma sensação tátil bucal análoga a gordura. No que se refere ao tributo do gosto doce, o bolo B apresenta o teor mais baixo de açúcar refinado (40g), com isso, fica evidente a comprovação da atuação do FOS como substituto parcial de açúcar. Logo para a característica “estrutura” não ofereceu significativa diferença entre as amostras, mas a amostra B teve a menor nota, o mesmo se repetiu para umectância.

**FIGURA 4 – PERFIL SENSORIAL DAS DIFERENTES FORMULAÇÕES DE BOLO**



Fonte: Padilha *et al.*, (2010).

No que se refere aos critérios de cromaticidade ( $a^*$  e  $b^*$ ), chegou-se à conclusão de que todas as amostras apresentaram regiões vermelha e amarela positivas. A combinação

desses cromos resulta na cor marrom, coloração proveniente de produtos que apresentam chocolate e derivados (PADILHA *et al.*, 2010).

Quanto ao quesito de luminosidade ( $L^*$ ), todas as amostras apresentaram cor escura, apresentando valores abaixo de 50 em uma escala de 0 a 100. As amostras que indicaram menor reflectância, foram as que apresentam mais farinha de batata *yacon* (A e B). Isso se deve à existência de compostos fenólicos (L-triptofano e ácido clorogênico) presentes no *yacon*, possibilitando geração de escurecimento enzimático. Outra explicação do escurecimento se dá pela presença de açúcares e ovos na combinação do calor, gerando reações de Maillard e de caramelização (PADILHA *et al.*, 2010).

Os resultados mostraram que a adição de 20 e 40% de farinha de *yacon* influenciou tanto no perfil sensorial quanto na coloração. Comentando sobre a possível aceitação, as formulações com presença de farinha de *yacon* mostraram benefícios de conter maior conteúdo de fibra alimentar na forma de frutanos, contribuindo para a saúde, visto que têm ação prebiótica (PADILHA *et al.*, 2010).

Outro produto estudado foi o pão. Pães são bastante usados com a finalidade de enriquecimento nutricional devido à sua praticidade, acessibilidade aos consumidores de todas as classes sociais e oferecimento de características sensoriais agradáveis. Como a população está cada vez mais consciente, em se tratando da conservação da saúde, aumentou também o interesse em adicionar ao pão, os ingredientes funcionais como as fibras alimentares (OLIVEIRA e ANDRADE, 2020).

O trabalho de Oliveira e Andrade (2020) propôs elaborar um pão adicionado de farinha de *yacon*, utilizando todas as partes da raiz. Ele diz que a adição de fibras nos pães gera um aumento em seu volume, altera flexibilidade, firmeza e cor. Assim, a farinha tem tipos de formulações que se diferenciam na casca, polpa ou a mistura dos dois.

No estudo, a formulação 1 (F1) contém 5% da farinha da polpa de *yacon*, a formulação 2 (F2) contém 5% da farinha da casca e a terceira formulação (F3) contém 5% da farinha da polpa e da casca de batata. Tal estudo foi realizado com 70 provadores, escolhidos aleatoriamente e não treinados, incluindo funcionários e alunos da Universidade Federal do Ceará.

Para obter a farinha da polpa e a farinha da casca de *yacon*, o processamento foi basicamente o mesmo de Padilha *et al.* (2010), com a diferença de separação de polpa e casca. Outra contraposição se deu por Padilha *et al.* (2010) após laminar as batatas, as imergiram em uma solução de cloreto de cálcio de concentração 1% durante meia hora e Oliveira e Andrade (2020) as imergiram em solução de Sulfito de sódio com concentração 5% por 15 minutos.

Na preparação dos pães, utilizou-se a farinha da polpa e da casca com mudança nas proporções e os ingredientes que estão listados e quantificados na tabela 3. O preparo consistiu em pesar os ingredientes secos e depois acrescentar os elementos líquidos. Durante 30 minutos a massa descansou em um local fechado e em seguida foi sovada. Logo após, os pães foram inseridos em forma adequada e untada à óleo para serem levados para fermentar e abrigados com plástico no período de 1 hora. Assou-se então os pães no forno a 200 °C durante 20 minutos, dourando a superfície. Posteriormente as amostras foram retiradas das formas, resfriadas em temperatura ambiente por cerca de 60 minutos.

**TABELA 3 – INGREDIENTES E FORMULAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DO PÃO ADICIONADO DE FARINHA DE YACON**

<b>Ingredientes</b>	<b>F1 (%)</b>	<b>F2 (%)</b>	<b>F3 (%)</b>
Farelo de trigo sem fermento	100	100	100
Farinha da polpa	5	-	2,5
Farinha da casca	-	5	2,5
Sal	2	2	2
Açúcar cristal	13	13	13
Fermento biológico	3	3	3
Manteiga	7	7	7
Leite integral	50	50	50
Ovos	16	16	16

Fonte: Oliveira e Andrade (2020).

Os participantes do estudo realizaram a análise e a avaliação sensorial foi aplicada em classificação ordenada por prioridade. Foram apresentadas três amostras aos candidatos que estabeleceram em uma ficha de análise suas preferências (1 significava “menos favorita” e 3 “mais favorita”). A amostra favorita apresentou suas características de textura e sabor analisadas empregando escala hedônica estruturada com nove pontos, visto que 9 representava “gostei muito” e 1 “desgostei muito”.

Ainda foi analisada quanto à intenção de compra mediante escala estruturada de cinco pontos, O número 5 indicava “com certeza adquiriria” e 1 “com certeza não adquiriria”. Os autores observaram que na avaliação classificação ordenada por prioridade não existiu

divergência estatística em meio as amostras, ou seja, essas três formulações têm potencialidade de venda. Já em relação aos aspectos relacionados à textura e sabor, também não houve diferença significativa entre as amostras.

Esse resultado no que se refere à intenção de compra demonstra que a fórmula mais bem avaliada dentre o público foi a F2, acompanhada da F1. Por esse motivo confirma-se novamente que as duas têm proeminente potencialidade de mercado, além de ser uma opção para utilizar integralmente as partes comestíveis do tubérculo (OLIVEIRA e ANDRADE, 2020).

Perante o divulgado, notou-se que a sugestão de elaboração do pão de forma acrescentado de farinha *yacon* (integralmente ou fracionada) é acessível e que o produto a ser desenvolvido proporciona potencialidade de compra e venda. Neste contexto, a farinha acrescida com outros ingredientes proporciona uma variedade de outros produtos.

Mais um estudo com *yacon* foi feito por Ebertz e Livi (2018) com o objetivo de elaborar e caracterizar quatro fórmulas de *frozen yogurt* acrescidos de farinha de *yacon*, *Bifidumbacterium bifidum*, concentrado proteico do soro do leite e edulcorantes sucralose e acessulfame-k com a finalidade de constatar a viabilidade das culturas probióticas e da farinha de *yacon* como prebiótico de tal modo a obter um produto funcional e simbiótico com atributos nutritivos, de pouco custo e com características sensoriais de grande qualidade.

O *frozen yogurt* é uma sobremesa fermentada congelada que estruturalmente é similar ao sorvete e com características sensoriais e nutricionais parecidas com iogurtes. Da mesma maneira que o sorvete, o *frozen yogurt* é uma mistura coloidal aerada, um produto lácteo que apresenta estabilizantes e espessantes e adocicada (LIVI e EBERTZ, 2018).

O *frozen*, no geral, é um alimento que tem pouca caloria, se comparado ao sorvete convencional. Sendo apontado como um produto saudável, existem diversos sabores difundidos no comércio. Ele é uma ótima alternativa devido à sua multifuncionalidade em combinar ingredientes de grande conteúdo nutricional, por exemplo: fibras solúveis e insolúveis, proteínas lácteas, vegetais e probióticos. Acercando-se de sua viabilidade em características funcionais, é um veículo adequado para acrescentar prebióticos e probióticos à dieta humana, já que garante resistência contra os possíveis patógenos por meio da proliferação do intestino e estimula seletivamente o crescimento ou atividade de populações de bactérias benéficas no cólon (LIVI e EBERTZ, 2018).

As formulações para o produto em questão seguiram as porcentagens como seguem na Tabela 4:

**TABELA 4 – PERCENTUAL DOS INGREDIENTES DAS DIFERENTES FORMULAÇÕES DO FROZEN YOGURT**

<b>Ingredientes</b>	<b>F1 (%)-(g/mL)</b>	<b>F2 (%)-(g/mL)</b>	<b>F3 (%)-(g/mL)</b>	<b>F4 (controle) (%)-(g/mL)</b>
Leite Integral Pasteurizado	81,7-3268	81,5-3260	81,3-3252	82,1-3284
Leite em Pó Desnatado	-	-	-	10-400
Concentrado Proteico de Soro	10-400	10-400	10-400	-
Estabilizante (Carragena)	0,2-8	0,2-8	0,2-8	0,2-8
Edulcorante (sucralose/acessulfame-k)	0,65-26	0,65-26	0,65-26	0,65-26
Bactérias Lácticas	1,5-60	1,5-60	1,5-60	1,5-60
Bactérias Probióticas	1,5-60	1,5-60	1,5-60	1,5-60
Aroma de ameixa	0,05-2	0,05-2	0,05-2	0,05-2
Polpa de ameixa	4-160	4-160	4-160	4-160
Farinha de <i>yacon</i>	0,4-14	0,6-24	0,8-32	-
Total	100-4000	100-4000	100-4000	100-4000

Fonte: Livi e Ebertz (2018).

No estudo apresentado, foi possível observar que o emprego da farinha de *yacon* contribuiu para sustentar a cultura probiótica viável ao longo do tempo de armazenamento. Já na avaliação de compra advertiu-se que os indivíduos têm buscado progressivamente por alimentos que contenham apelo saudável e funcional. Foi constatado que os julgadores adquiriam o produto por ser probiótico e não conter adição de açúcar. Assim, o acréscimo de farinha de *yacon* *Bifidumbacterium bifidum* e concentrado proteico de soro de leite no produto final proporciona uma opção de alimento funcional, caracterizando-se como produto saudável e aprovado pelo comprador (LIVI e EBERTZ, 2018).

Outro exemplo referente ao tema está no projeto de Zitkoski (2016) de fishburguer de tilápia adicionado de farinha de *yacon*. O uso da farinha de *yacon* foi avaliado quanto aos atributos tecnológicos, sensoriais e físico-químicos do produto, e novamente só se obteve resultados positivos e de aceitação do uso desta farinha.

A autora apresentou as 3 formulações elaboradas: formulação padrão (FC) com 0 % de farinha de *yacon*, formulação 1 (F1) apresentando 1,5 % de farinha de *yacon* e formulação 2

(F2) tendo 3 % de farinha de *yacon*. A farinha de *yacon* foi aproveitada para substituir o amido de milho.

Para o parâmetro de solubilidade, a farinha de *yacon* mostrou uma expressiva divergência se comparado ao amido de milho. A solubilidade da farinha de *yacon* (59,07 %) foi superior em relação ao amido de milho (4,32 %) (ZITKOSKI, 2016).

Na tabela 5, estão apresentadas as composições centesimais da farinha de *yacon* (FY) e das três fórmulas de fishburgueres FC, F1 e F2:

**TABELA 5 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE YACON (FY) E DAS FORMULAÇÕES DE FISHBURGUER FC, F1 E F2**

<b>Produto</b>	<b>Umidade</b> [%m/m]	<b>Lipídeos</b> [%m/m]	<b>Proteína bruta</b> [%m/m]	<b>Fibra*</b> [%m/m]	<b>Cinzas</b> [%m/m]	<b>CHO**</b> [%m/m]
FY	9,68±0,23	0,37±0,04	2,39±0,11	9,50±2,38	2,84±0,02	75,22
FC	74,87±0,07	5,93±0,12	13,31±0,06	ND	0,95±0,12	ND
F1	74,71±0,15	5,96±0,16	13,41±0,11	ND	1,12±0,03	ND
F2	75,04±0,08	5,77±0,07	13,60±0,26	ND	0,95±0,02	ND

\*Fibra alimentar total. \*\*Carboidratos totais. ND: Não determinado.

Fonte: ZITKOSKI (2016).

Foi apresentada na farinha de *yacon* uma quantidade aproximada de 10 % de umidade, 75 % de carboidratos, 2,4 % de proteínas, 9,5 % de fibras, 0,4 % de lipídeos e 2,9 % de cinzas. Já quanto ao resultado da composição centesimal das formulações, todas apresentaram semelhanças entre si.

De todas as características sensoriais analisadas (odor, sabor, cor, impressão global e textura), todas as formulações conseguiram aceitação. Verificou-se que o enriquecimento com a farinha de *yacon* mantiveram seus tributos sensoriais nos produtos fishburgueres. Contudo, foi constatado por determinados avaliadores que a F2 (3 % de farinha de *yacon*) ofereceu sabor adoçado. Tal resultado se correlaciona com a presença da inulina na farinha. Este polímero apresenta majoritariamente a frutose, que oferece alta capacidade edulcorante (ZITKOSKI, 2016).

Deve-se observar que a inclusão da farinha de *yacon* no fishburguer de tilápia garantiu um produto cárneo diferente, com alto teor nutritivo advindo da alta presença de fibras contidas neste ingrediente, não apresentando naturalmente em produtos cárneos. As

fibras alimentares solúveis presentes devido aos frutanos, mais uma vez auxiliaram seletivamente na proliferação e atividade de bactérias desejáveis no intestino, igualmente a todas as outras aplicações apresentadas anteriormente neste trabalho. Outra avaliação feita constatou que a farinha de *yacon* se comportou como uma opção ótima de agente de liga na formulação (ZITKOSKI, 2016).

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi citada anteriormente, hoje em dia a população está buscando cada vez mais se alimentar de maneira mais saudável e nutritiva. Uma maneira de atender aos consumidores é com a utilização da farinha de batata *yacon* que possui inúmeros benefícios gerados para a saúde humana comprovados em estudos de dados da literatura. Foi apresentada no decorrer do texto a possibilidade de utilizá-la em diversos tipos de aplicação.

Em resumo, constatou-se os seguintes benefícios ao enriquecer aplicações com a farinha de *yacon*: melhoramento nutricional, contribuição nos atributos sabor, maciez, odor e qualidade global. Possibilidade de utilização integral da batata, incluindo a casca. Auxílio na colaboração de manter culturas probióticas viáveis durante o *shelf life* do produto, além da possibilidade de ser ótimo substituto de açúcar e de amido de milho (comportamento de agente de liga).

Portanto, é possível concluir que produtos enriquecidos com farinha de *yacon* têm alto potencial de comercialização, visto que trazem inúmeros benefícios nutricionalmente e sensorialmente. A farinha é muito versátil e pode ser utilizada em diversos tipos de aplicações, trazendo o apelo funcional e saudável para o produto final.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Resolução nº 18, de 19 de novembro de 1999. Diário Oficial da União: Poder Executivo. 1999a.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. Diário Oficial da União: Poder Executivo. 1999b.

ANDRADE, Taislaine da Silva de. **Desenvolvimento de pão livre de glúten com adição de farinha de yacon**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6498>>. Acesso em: 04 ago. 2021.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. **Frutanos do tipo inulina e aumento da absorção de cálcio: uma revisão sistemática**. v. 25, n. Revista de Nutrição. 25 jan. 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rn/a/fpfZBsnQ9b4PmrfTb8yRCDC/?lang=pt#>>. Acesso em: 02 fev. 2021.

Casemiro, I. P., Ramos, P. **Produção científica sobre alimentos funcionais: uma análise das publicações brasileiras entre 2007 e 2013**. DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.12957/demetra.2014.11608>>. Acesso em: 03 mai. 2021

CHIMOF, Harvey; SIMMS, Joni. Dossiê: Fibras Alimentares. **Food Ingredientes Brasil**, [s. l], v. 3, n. 1, p. 42-65, 2008. Disponível em: <https://revista-fi.com/>. Acesso em: 09 set. 2022.

EBERTZ, P.C., LIVI, S.V. **Elaboração de frozen iogurte com adição de farinha de batata Yacon, Bifidumbacterium bifidum e concentrado protéico do soro de leite**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso Tecnologia em Alimentos - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/13280/1/elaboracaoiogurtebatataproteico.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2021.

GOMES, R. **Produção biotecnológica de frutooligossacarídeos: review** R. Eletr. Cient. Inov. Tecnol, Medianeira, v. 10, n. 25, p.1–17, jul/set, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/recit>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

GRAU, A; REA, J. Yacon. *Smallanthus sonchifolius* (Poep. & Endl.) H. Robinson. In: HERMANN, M.; HELLER, J. (Eds.). **Andean roots and tubers: ahipa, arracacha, maca and yacon. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. (Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research). Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy, 1997. p.199- 242. Disponível em: <<http://www.cipotato.org/market/ARTChermann/yacon.pdf>>. Acesso em: 4 fev. 2022.

GUSSO, Ana Paula; MATTANNA, Paula; RICHARDS, Neila. **Yacon: benefícios à saúde e aplicações tecnológicas.** *Ciência Rural*. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v45n5/0103-8478-cr-00-00-cr20140963.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2021.

JUNIOR, A. C. S., HENRIQUE, F. C., JUNIOR, J. A. M., MOULIN, M. M., LUCIA, S. M. D., QIRINO, C. R., FILHO, A. M. M., BUSATO, B. M. **Mutton mortadella supplemented with yacón meal.** *Ciência Rural*. 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/wLz3sYT8DrjnTKtjFwqkqNc/?lang=en>>. Acesso em: 30 jan. 2023.

LOVERA, Daiany C. V. Aplicação de planejamento de misturas no desenvolvimento e caracterização de massa de pizza isenta de glúten, com as farinhas de Maca peruana (*Lepidium meyenii*), Inhame (*Dioscorea spp*), Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) 2018. 78 Folhas. Exame de Qualificação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2018.

MACEDO, Leandro Levate; VIMERCAT, Wallaf Costa; ARAÚJO, Cintia da Silva. **Fruto-oligossacarídeos: aspectos nutricionais, tecnológicos e sensoriais.** Lavras, p. 1-9. *Brazilian Journal Of Food Technology*. mar. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.08019>. Acesso em: 04 out. 2021.

MANRIQUE, I.; HERMANN, M. Yacon - Fact Sheet. Lima, Peru: **International Potato Center (CIP)**, 2004. Disponível em: <[www.cipotato.org/artc/cipcrops/factsheetyacon.pdf](http://www.cipotato.org/artc/cipcrops/factsheetyacon.pdf)>. Acesso em: 22 dez. 2021.

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.

MASO, Simone Salette Saggioratodal. **Produção de Frutossiltransferase e  $\beta$ -Frutofuranosidase por *Aspergillusniger* ATCC 9642 em Cultivo Submerso.** 2019. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões Uri - Erechim, Erechim, 2019.

Ministério da Saúde. **Saúde apresenta atual cenário das doenças não transmissíveis no Brasil.** 2022. Disponível em: < <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2021-1/setembro/saude-apresenta-atual-cenario-das-doencas-nao-transmissiveis-no-brasil#:~:text=%E2%80%9CAs%20DCNTs%20matam%20cerca%20de,de%20baixa%20e%20m%C3%A9dia%20renda>>. Acesso em: 30 jan. 2022.

OLIVEIRA, D. R. de; ANDRADE, A. P. C. de. **Elaboration of yacon bread**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 8. 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5481>>. Acesso em: 30 jan. 2023.

OLIVEIRA, G.O. et al. **Improvement of biochemical parameters in type 1 diabetic rats after the roots aqueous extract of yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**. Food and Chemical Toxicology, v.59, p.256-260, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/76404/2-s2.0-84880091627.pdf;sequence=1>>. Acesso em: 24 nov. 2021.

Padilha, V. M., Rolim, P. M., Salgado, S. M., Livera, A. S., Andrade, S. A. C., Guerra, N. B.. (2010). **Perfil sensorial de bolos de chocolate formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 30(3), 735-740

PEDROSA, Joab Luhan Ferreira. **Expressões morfofisiológicas e produção de yacon propagada assexuadamente**. 2018. 74 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre. 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ufes.br/handle/10/10458>>. Acesso em: 05 out. 2021.

PIMENTEL, Tatiana Colombo *et al.* **ASPECTOS FUNCIONAIS, DE SAÚDE E TECNOLÓGICOS DE FRUTANOS TIPO INULINA**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/cep.v30i1.28593>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

PORTES, Maria Teresa. **BIOSSÍNTESE E DEGRADAÇÃO DE FRUTANOS EM DIFERENTES REGIÕES DO RIZÓFORO DE *Vernonia herbacea* (Vell.) Rusby (ASTERACEAE)**. 2005. Tese (Mestrado em Ciências, Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11144/tde-09092005-155903/publico/MariaPortes.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2022.

RIBEIRO, Juciane de Abreu. **Estudos químico e bioquímico do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in natura e processado e influência do seu consumo sobre níveis glicêmicos e lipídeos fecais de ratos**. 2008. 166p. Dissertação – (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SAAD, S. M. I. **Probióticos e prebióticos: o estado da arte**. v. 42, Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. jan. 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1516-93322006000100002>>. Acesso em: 13 ago. 2021.

SANTANA, I.; CARDOSO, M. H. **Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais**. v. 38, Ciência Rural. mai.

2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000300050>>. Acesso em: 04 out. 2021.

SANTOS, L. C.; CANÇADO, I. C. **PROBIÓTICOS E PREBIÓTICOS: VALE A PENA INCLUÍ-LOS EM NOSSA ALIMENTAÇÃO!** Pará de Minas: Synthesis Revista Digital Fapam, v. 1, n. 1, out. 2009. Disponível em: <<https://periodicos.fapam.edu.br/>>. Acesso em: 10 set. 2022.

SEMINARIO, J.; VALDERRAMA, M. **El yacon: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio.** Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), 2003. 60p. Disponível em: <[http://www.cipotato.org/market/PDFdocs/Yacon\\_Fundamentos\\_password.pdf](http://www.cipotato.org/market/PDFdocs/Yacon_Fundamentos_password.pdf)>. Acesso em 20 nov 2021.

SACRAMENTO, M. S., SILVA, P. S. R., TAVARES, M. I. B. **BATATA YACON - ALIMENTO FUNCIONAL,** Revista Científica Semioses. 2017. Disponível em: <<http://apl.unisuam.edu.br/revistas/index.php/Semioses/article/view/1714>>. Acesso em: 14 jan. 2021.

SILVA, Leila Picolli; NÖRNBERG, José Laerte. **Prebióticos na nutrição de não ruminantes.** Ciência Rural [online]. 2003, v. 33, n. 5, pp. 983-990. Epub 03 Nov 2003. ISSN 1678-4596. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000500029>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

Silva, Vânia Santos; Orlandelli, Ravelly Casarotti. **DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTOS FUNCIONAIS NOS ÚLTIMOS ANOS: UMA REVISÃO.** Maringá: Uningá, v. 56, n. 2, 09 jun. 2002.

Sotelo, M. S., Paula, C., Anaya, Y. D., Puche, Y. P. **Physico-chemical and sensory characterization of sweet biscuits made with Yacon flour (*Smallanthus sonchifolius*).** Montería, Colômbia. 2021. Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2352364620300249?token=F0906BDD5A72AFA1AE52FE80353F1FA503C2600A258F03D8431D521D6D9064A370E3676627B4A8208596457736749EA9&originRegion=us-east-1&originCreation=20230130220159>>. Acesso em: 30 jan. 2023.

Torra, M.; Belorio, M.; Ayuso, M.; Carocho, M.; Ferreira, I.C.F.R.; Barros, L.; Gómez, M. **Chickpea and Chestnut Flours as Non-Gluten Alternatives in Cookies.** Foods. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/foods10050911>>. Acesso em: 02 ago: 2021.

TOSTES, M.G.V, VIANA, M. L., GRANCIERI, M., LUZ, T. C. S., PAULA, H., PEDROSA, R. G., COSTA, N. M. B. **Yacon effects in immune response and nutritional status of iron and zinc in preschool children.** v.9142, p.666- 672, Nutrition. 2014. Disponível em:<<https://doi.org/10.1016/j.nut.2013.10.016>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

VALENTOVÁ, K.; ULRICHOVÁ, J. **Smallanthus sonchifolius and Lepidium meyenii – prospective Andean crops for the prevention of chronic diseases**. Olomouc, Czechoslovakia, v.147, n.2, p.119-130, Biomedical Papers. 2003. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15037892/>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

VANINI, Marisa; BARBIERI, Rosa Lía; CEOLIN, Teila; HECK, Rita Maria; MESQUITA, Marcos Klering. **A RELAÇÃO DO TUBÉRCULO ANDINO YACON COM A SAÚDE HUMANA**. Pelotas, Monografia (Especialização em Enfermagem), CiencCuid Saúde. 2009. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/CiencCuidSaude/article/view/9723/5536>>. Acesso em: 02 set. 2021.

ZITKOSKI, Natiéli. **ESTUDO DA ADIÇÃO DE FARINHA DA BATATA YACON (Smallanthus sonchifolius) EM FISHBURGUER DE TILÁPIA**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/7267>>. Acesso em: 10 nov. 2021.