

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ - CAMPUS MEDIANEIRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DAIANY CRISTINA VITORASSI LOVERA

**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*)**

MEDIANEIRA
2018

DAIANY CRISTINA VITORASSI LOVERA

**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*)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Angela Claudia Rodrigues.

Co-orientadora: Prof^ª. Dra. Nadia Cristiane Steinmacher.

MEDIANEIRA
2018



TERMO DE APROVAÇÃO

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*)

Por

DAIANY CRISTINA VITORASSI LOVERA

Essa dissertação foi apresentada às 14h00min, do dia vinte e quatro de agosto de dois mil e dezoito, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos, Linha de Pesquisa Ciência e Tecnologia de Produtos Alimentícios, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos - PPGTA, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Angela Claudia Rodrigues (Orientadora – PPGTA)

Profa. Dr. Oldair Donizete Leite (Membro Externo – UTFPR)

Prof. Dr. Aloisio Henrique Pereira de Souza (Membro Externo – IFMS)

A via original com as assinaturas encontra-se na secretaria do programa.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

L911a

Lovera, Daiany Cristina Vitorassi

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*) / Daiany Cristina Vitorassi. – 2018.

80 f.: il.; 30 cm.

Orientadora: Angela Cláudia Rodrigues

Coorientadora: Nádia Cristiane Steinmacher

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Medianeira, 2018.

Inclui bibliografias.

1. Alimentos - Avaliação sensorial. 2. Doença celíaca. 3. Farinhas.
4. Alimentos – Dissertações. I. Rodrigues, Angela Cláudia, orient. II. Steinmacher, Nádia Cristiane, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. IV. Título.

CDD: 664

Biblioteca Câmpus Medianeira
Marci Lucia Nicodem Fischborn CRB 9/1219

A minha família maravilhosa Pai, Mãe, Irmão e meu querido e amado esposo Julio e a todos meus amigos que me auxiliaram a ter força e lutar para o desenvolvimento deste trabalho.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao bom DEUS, que é minha força, meu refugio e meu guia.

A minha família que é minha base e meu incentivo meu pai Leonir, mãe Maria e irmão Rodrigo, que me apoiam, me dão força para lutar por meus sonhos e objetivos, obrigado por acreditarem sempre em mim.

Ao meu esposo Julio, por não me deixar desistir nos momentos difíceis, por acreditar em mim nos momentos em que nem eu mesma acreditava, me apoiar em todas as decisões e me ajudar a vencer todos os desafios impostos nesta caminhada, obrigada por todo amor e força.

A professora Dr.^a Angela Claudia Rodrigues, por me orientar e me apoiar na realização deste trabalho e atender prontamente a qualquer dia e hora quando solicitava ajuda, além disso, agradeço pela amizade, pelas palavras de conforto, paciência e confiança na realização deste trabalho.

A professora Dr.^a. Nadia Cristiane Steinmacher pelo auxílio na elaboração de toda parte experimental deste trabalho, pela disponibilidade de seu tempo, pela palavra amiga dedicação.

Ao professor Dr.^o Aloisio Henrique Pereira de Souza, pelo auxílio nos momentos de dúvidas, pelas revisões realizadas, por atender prontamente no esclarecimento de dúvidas, pelas palavras de otimismo nos momentos de dificuldade e pela disponibilidade em participar das bancas de qualificação e defesa.

Ao professor Dr.^o. Oldair Donizete Leite, pelas contribuições, solicitude e pela disponibilidade em participar das bancas examinadoras de qualificação e defesa contribuindo com correções e sugestões para o aprimoramento deste trabalho.

A todos os meus amigos e colegas de trabalho com os quais dividi os momentos de alegrias e tristezas, os quais me impulsionaram a sempre dar o meu melhor e pelos momentos felizes que me proporcionaram, em especial a minha amiga/irmã Leidiane, que me deu força, esclareceu dúvidas, me aconselhou, me ajudou quando muito precisei. Obrigada a todos pela amizade e imensa ajuda de todos.

E a todos que de alguma forma estiveram comigo, os quais não conseguirei nomear, agradeço de todo meu coração.

RESUMO

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.

A fortificação de alimentos com a adição de um ou mais ingredientes com propriedades nutricionais essenciais tem se mostrado eficaz na prevenção da carência de nutrientes nos organismos humano que apresentam deficiência na absorção de nutrientes, por exemplo, os celíacos em fase inicial da doença. A doença celíaca é causada pela intolerância ao glúten, que causa inflamação na mucosa do intestino causando déficit na absorção de nutrientes e sais minerais pelo organismo. O objetivo deste trabalho foi elaborar massas de pizzas sem glúten enriquecidas com óleo de Chia e farinhas dos tubérculos: Maca peruana, Yacon e Inhame. Inicialmente foram realizadas as caracterizações físico-químicas das farinhas utilizadas na elaboração das massas. As formulações foram desenvolvidas a partir de planejamento experimental de misturas e as amostras individuais com 100% de cada farinha (Maca peruana, Yacon e Inhame) representando os vértices do planejamento, amostra com proporções de 33% de cada farinha (Maca peruana, Yacon e Inhame) sendo esta o ponto centroide e a formulação ótima das massas de pizza sem glúten representada pela formulação contendo 50% de farinha de Yacon e 50% de farinha de Inhame, foram caracterizadas quanto aos parâmetros físico químicos, instrumentais de textura, microbiológico e sensorial. A cor variou do amarelo ao marrom claro. As formulações resultaram em amostras consideradas fonte de proteína (6,37 a 7,30%). Os teores de cinzas e carboidratos variaram de 2,18 a 3,19%, e de 49,75 a 54,24%, respectivamente. O valor calórico variou de 279,96 a 310,22 Kcal 100⁻¹ g de amostra. Dessa forma, verificou-se que as farinhas utilizadas no planejamento de misturas tiveram influência nutricional positiva nas formulações, quando comparada a formulações elaboradas com matérias primas com baixo conteúdo de nutrientes e apenas ricas em amido como, por exemplo, farinha de arroz, fécula de batata, de mandioca, trigo entre outros. As farinhas de Inhame e Maca peruana apresentaram a maior contribuição, frente ao planejamento de misturas, nas respostas de dureza, gomosidade e resiliência, além de proporcionar maior crocância, flexibilidade e firmeza no corte nas amostras. Na avaliação sensorial, a formulação com 57% Yacon e 43% Inhame, definida pelo parâmetro instrumental de desejabilidade, obteve maior aceitação com relação ao parâmetro sabor. Com relação à cor, a formulação que continha apenas Maca peruana obteve maior aceitação.

Palavras-chave: Perfil de textura; Farinhas alternativas; Análises reológicas e sensoriais.

ABSTRACT

LOVERA, Daiany C.V. **Application of mixtures planning in the development and characterization of gluten pizza, with flour Maca peruana (*Lepidium meyenii*), Inhame (*Dioscorea spp*), Yacon (*Smallanthus sonchifolius*)** 2018. 78 Sheets. Exame de Qualificação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2018.

Food fortification with the addition of one or more ingredients with essential nutritional properties has been shown to be effective in preventing nutrient deficiency in human organisms that are deficient in nutrient uptake, for example early-stage celiacs. Celiac disease is caused by gluten intolerance, which causes inflammation in the intestinal mucosa causing a deficit in the absorption of nutrients and minerals from the body. The aim of this study was to elaborate gluten-free pizza enriched with Chia oil and the following tuber flours: peruvian Maca, Yacon and Yam. Initially, the physical-chemical characterization of the flours used in the elaboration of the doughs was carried out. The formulations were developed from experimental design of mixtures and the individual samples with 100% of each flour (Maca peruana, Yacon and Yam) representing the vertices of the planning, sample with proportions of 33% of each flour (Maca peruana, Yacon and Yam) and the optimum formulation of the gluten-free pizza masses represented by the formulation containing 50% of Yacon flour and 50% of Yam flour were characterized in terms of physical, chemical, microbiological and sensorial instrumental parameters. Color ranged from yellow to light brown. The formulations resulted in samples considered as source of protein (6.37 to 7.30%). The ash and carbohydrate contents ranged from 2.18% to 3.19%, and from 49.75% to 54.24%, respectively. The caloric value ranged from 279.96 kcal.100⁻¹ g to 310.22 kcal.100⁻¹ g of the sample. Therefore, it was verified that the flour used in the planning of mixtures had a positive nutritional influence in the formulations when compared to formulations made with low nutrients raw materials and only rich in starch, such as rice flour, potatoes, cassava, wheat, among others. The Yam and peruvian Maca flours presented the greatest contribution, in relation to the mixing planning, in the hardness, gum and resilience responses, besides providing greater crispness, flexibility and firmness in the cut in the samples. For the sensory evaluation, the formulation with 57% Yacon and 43% Yam, defined by the instrumental parameter of desirability, obtained the highest acceptance in relation to the flavor parameter. Regarding to color, the formulation which contained only peruvian Maca obtained highest acceptance.

Key-words: Texture profile, alternative flours, rheological and sensory analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - À esquerda, histologia duodenal normal. À direita, espécime de biópsia duodenal com atrofia parcial, encurtamento das vilosidades, alongamento de criptas e aumentos difuso do linfócito intraepitelial	18
Figura 2 – Iceberg da Doença Celíaca	20
Figura 3 - Estrutura do glúten, composto pela mistura de duas proteínas, gliadina e glutenina	22
Figura 4 - Batata e farinha de Inhame.....	25
Figura 5– Raiz e Farinha de Maca peruana.....	26
Figura 6 – Batata e Farinha de Yacon.....	27
Figura 7 - Grão e Óleo de Chia.....	29
Figura 8 - Estrutura química da Goma Xantana.....	32
Figura 9 – Representação modelo <i>simplex-lattice</i>	37
Figura 10 - Curva força versus tempo gerada pelo texturômetro, <i>Texture Profile Analysis</i> (TPA)	43
Figura 11 - Foto representativa das farinhas utilizadas na elaboração das formulações (A) Maca peruana, (B) Yacon, (C) Inhame e (D) Arroz.	49
Figura 12 - Fotos representativas de cada formulação obtida através do planejamento de misturas da massa de pizza pré-assada.	56
Figura 13 - Gráfico da resposta da função de desejabilidade no planejamento de misturas da massa de pizza sem glúten. (A) dureza, (B) resiliência, (C) gomosidade e (D) reposta da função de desejabilidade.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição Nutricional do Inhame Cru	24
Tabela 2 - Estudos com Yacon sobre seu benefício na Tecnologia de Alimentos e na saúde humana	28
Tabela 3 - Ingredientes fixos utilizados nas formulações de massa de pizza	34
Tabela 4 - Matriz do planejamento de misturas, com os componentes decodificados e os valores utilizados (em gramas).....	36
Tabela 5 - Parâmetros utilizados para determinação do perfil de textura.....	43
Tabela 6 - Parâmetros aplicados na análise de corte da amostra.....	45
Tabela 7 - Composição proximal, umidade, valor calórico, atividade de água, índices de absorção de água e solubilização de água, viscosidade e cor instrumental nas farinhas utilizadas nas massas de pizza sem glúten	48
Tabela 8 - Resultados da ANOVA, coeficientes de regressão, p-valor, intervalo de confiança, somatório quadrático e coeficiente de determinação das respostas dureza, gomosidade e resiliência do planejamento de misturas com três componentes, na massa de pizza sem glúten	51
Tabela 9 - Médias dos pontos experimentais (valores observados) e os valores previstos pelo modelo.....	53
Tabela 10 - Resultados do teste de Tukey aplicado aos parâmetros de textura instrumental no planejamento de mistura ternário em massa de pizza sem glúten	54
Tabela 11 - Características das formulações desenvolvidas no planejamento de misturas	55
Tabela 12 - Parâmetros da cor instrumental nas massas de pizza sem glúten pré-assadas.....	58
Tabela 13 - Composição proximal, umidade, valor calórico e atividade de água dos vértices, ponto centroide e ótimo das massas de pizza sem glúten	60
Tabela 14 - Resultados da análise sensorial dos vértices, ponto centroide e ótimo das massas de pizza sem glúten.....	61

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACELBRA	Associação dos celíacos do Brasil
ANOVA	Análise de Variância
AOAC	<i>Official methods of analysis</i>
cm	Centímetros
CO ₂	Dióxido de Carbono
DC	Doença Celíaca
DM1	Diabetes Mellitus, tipo 1
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FOS	Frutooligossacarídeos
g	gramas
H ₃ BO ₃	Ácido bórico
HCl	Ácido clorídrico
HL	Hormônio luteína
HLA	<i>Human Leucocyte Antigen</i>
H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
IAA	Índice de absorção de água
IgE	Imunoglobulina E
ISA	Índice de solubilização de água
J	Joule
Kcal	Quilocaloria
mg	Miligramas
mL	Mililitros
N	Newton
n-3	Ácido linolênico
NaOH	Hidróxido de sódio
PVC	Polivinila
RPM	Rotações por minuto
TACO	Tabela brasileira de composição de alimentos
TPA	<i>Texture Profile Analysis</i>
TTG	Transglutaminase
µL	Microlitros
v	Volume

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 DOENÇA CELÍACA	17
3.1.1 Manifestações Clínicas.....	18
3.1.2 Diagnóstico e Epidemiologia da Doença Celíaca.....	19
3.2 GLÚTEN	21
3.3 ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL DE PRODUTOS ISENTOS DE GLÚTEN.....	22
3.3.1 INHAME	23
3.3.2 Maca peruana.....	25
3.3.3 Yacon.....	27
3.3.4 Óleo de Chia	29
3.4 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DE MISTURAS	30
3.5 PRODUÇÃO DE MASSA DE PIZZA SEM GLÚTEN	31
3.5.1 Influência dos Ingredientes no desenvolvimento da massa.....	31
4 MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1 ELABORAÇÃO DE MASSA DE PIZZA ISENTA DE GLÚTEN	33
4.1.1 Ingredientes.....	34
4.1.2 Equipamentos e utensílios	34
4.1.3 Desenvolvimento das formulações das massas de pizza.....	35
4.1.4 Delineamento Experimental	35
4.1.5 Análise estatística e multivariada.....	36
4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS MATÉRIAS PRIMAS MACA PERUANA, YACON, INHAME E MASSAS DESENVOLVIDAS NO PLANEJAMENTO	38
4.2.1 Composição proximal, umidade e atividade de água.	38
4.2.2 Cor	41
4.2.3 Índice de solubilidade (ISA) e índice de absorção de água (IAA) das farinhas.....	41
4.2.5 Análise de Viscosidade das farinhas	42
4.3 ANÁLISES REOLÓGICAS DA MASSA DE PIZZA.....	42
4.3.1 Perfil de textura	42

4.3.2	Teste de corte (<i>Cutting</i>)	45
4.4	ANÁLISE SENSORIAL E COMITÊ DE ÉTICA	45
4.5	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	46
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
5.1	CARACTERIZAÇÃO DAS FARINHAS DE MACA PERUANA, YACON, INHAME E ARROZ	47
5.2	ANÁLISE DO PLANEJAMENTO DE MISTURAS APLICADO NO ENRIQUECIMENTO DAS MASSAS DE PIZZA SEM GLÚTEN	50
5.5	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS MASSAS DE PIZZA SEM GLÚTEN.....	53
5.6	ANÁLISE DA FUNÇÃO DESEJABILIDADE.....	58
5.7	COMPOSIÇÃO PROXIMAL, UMIDADE, ATIVIDADE DE ÁGUA E ANÁLISE SENSORIAL DAS PRINCIPAIS FORMULAÇÕES DAS MASSAS DE PIZZA SEM GLÚTEN	59
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	64
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
	APÊNDICES	76

1 INTRODUÇÃO

O alimento é utilizado como fonte de matéria e energia pelos seres humanos, para que possam realizar suas atividades cotidianas. Porém, alguns indivíduos vêm sendo diagnosticados com sensibilidade alimentar, tendo que excluir alguns produtos de sua dieta, apresentando assim deficiência em alguns nutrientes.

Neste contexto, destaca-se a doença celíaca, que é uma enteropatia desencadeada por indivíduos geneticamente predispostos, como resultado a ingestão das proteínas do glúten. Esta proteína é encontrada em farinhas de trigo, centeio, cevada e triticale. O glúten é uma mistura heterogênea de proteínas (gliadinas e gluteninas), que, quando misturadas com água, formam uma massa viscoelástica capaz de aprisionar o gás durante a fermentação (FASANO et al., 2003; FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

Além disso, a doença celíaca afeta o organismo do ser humano resultando na perda de massa, desnutrição e a seletiva má absorção de micronutrientes, como o ferro, a vitamina B12 e o cálcio no início da doença, devido a tais deficiências é necessário compensar a falta de nutrientes no organismo, sendo necessário o desenvolvimento de alimentos com elevado valor nutricional para supri-lo (ELLI et al, 2015).

Novas formulações desenvolvidas envolvem a incorporação de amidos de diferentes origens, proteínas do leite, gomas, hidrocolóides e suas combinações, em uma base de farinha sem glúten. Esses ingredientes podem simular as propriedades viscoelásticas do glúten, e resultar em uma estrutura tecnologicamente interessante (características similares ao glúten), boa aceitação e aumento da vida útil dos produtos no final do processo. Logo, a produção de produtos isentos de glúten é necessária à aplicação de matérias-primas com nutrientes importantes para alimentação humana, como a Maca peruana (*Meyenii Lepidium*), Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) e Inhame (*Dioscorea spp*).

A Maca peruana (*Lepidium meyenii*) é um tubérculo, pertencente à família Brassicaceae, que cresce na região dos Andes no Peru. Este tubérculo possui nutrientes importantes em sua composição, como carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais (MENDOZA; PUMAROLA; GONZALES; VALLE, 2014; ZHANG et al., 2017). Estudos têm demonstrado as propriedades benéficas desta planta, como exemplo, a avaliação da sua propriedade antiviral: contra os vírus respiratórios (MENDOZA; PUMAROLA; GONZALES; VALLE, 2014); atividade antioxidante (SANDOVAL et al., 2002); melhora na qualidade do sêmen (LEE, M; LEE, H; YOU; HA, 2016), dentre outros.

Outra fonte alternativa no enriquecimento nutricional é a farinha de Yacon (*Smallanthus sonchifolius*), tubérculo da região Andina, que diferentemente dos demais tubérculos que armazenam carboidratos na forma de amido, tem como substância de reserva os frutooligosacarídeos (FOS) e frutose, como principais. A glicose e sacarose em menor proporção (RODRIGUES et al., 2014).

O Inhame (*Dioscorea spp*), rico em fibras dietéticas, carboidratos, vitaminas e minerais. Assim, destacam-se os teores de magnésio, manganês, potássio, ferro, fósforo, cobre e zinco na parte comestível desse tubérculo (KINUPP; LORENZI, 2014; CHEN, X et al., 2017).

Além das farinhas que não contém glúten, existe uma tendência em melhorar a fração lipídica no desenvolvimento de novas formulações, tendo em vista agregarem valor comercial, devido ao apelo nutricional. Neste aspecto, o óleo de chia, que é descrito como uma fonte do ácido graxo estritamente essencial, o alfa linolênico (n-3 ou ômega 3). No qual, o organismo humano é incapaz de metaboliza-lo a partir de um precursor, deve ser ingerido na dieta. O consumo do ômega-3 esta associado à resposta anti-inflamatória nas membranas celulares, nas funções neurológicas, atuação na transferência do oxigênio atmosférico ao plasma sanguíneo, na síntese de hemoglobina, divisão celular, redução dos níveis de colesterol e triglicerídeos no sangue, redução da pressão arterial e evidências da diminuição do risco de doenças cardiovasculares (TIMILSENA; ADHIKARI, R; BARROW; ADHIKARI, B, 2016; COELHO; SALAS-MELLADO, 2014; MARTIN et al., 2006).

Convencionalmente, utilizam-se matérias-primas como farinha de arroz, fécula de batata e mandioca como substituintes da farinha de trigo em produtos de panificação. Estes amidos desempenham diferentes funções na produção de alimentos. Um fator importante no emprego de amidos é a retrogradação. Após o resfriamento da pasta quente que contém os amidos, produz-se um gel firme e viscoelástico, que ao ser resfriado e armazenado, torna-se menos solúvel e mais cristalino. Isso irá interferir nas propriedades físico-químicas das massas (FENNEMA; DAMODARAM; PARKIN, 2010).

Nesse contexto, o presente estudo tem por objetivo, o desenvolvimento de uma massa de pizza isenta de glúten, com o emprego da metodologia de planejamento de misturas e com elevado aporte nutricional, devido a incorporação das farinhas de Maca peruana, Inhame, Yacon e o óleo de Chia.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Aplicação do planejamento experimental de misturas, no desenvolvimento da massa de pizza, sem glúten, enriquecida com as farinhas de Maca peruana (*Lepidium meyenii*), Yacon (*Smallanthus sonchifolius*), Inhame (*Dioscorea spp*) e o óleo de Chia (*Salvia hispanica*, L.).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar às principais matérias-primas farináceas: Maca peruana (*Lepidium meyenii*), Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) e Inhame (*Dioscorea spp*);
- Empregar uma matriz de planejamento de misturas com as farinhas de Maca peruana (*Lepidium meyenii*), Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) e Inhame (*Dioscorea spp*), na seleção da melhor proporção na massa de pizza sem glúten, através das respostas dos parâmetros instrumentais de textura;
- Caracterizar as principais formulações obtidas no planejamento de misturas, quanto às características físico-químicas (composição proximal, umidade, atividade de água e os parâmetros da cor instrumental), estruturais e sensoriais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 DOENÇA CELÍACA

A Doença Celíaca (DC) é uma desordem autoimune que ocorre em pessoas com predisposição genética, que desenvolve uma resposta imune resultante em lesão da mucosa do intestino delgado, em sujeitos expostos a alimentos que contém glúten. Ao contrário das alergias alimentares, que são diagnosticadas através da hipersensibilidade imediata, por reação através de um mecanismo dependente de Imunoglobulina E (IgE), na doença celíaca a proteína é o agente ativado pelo tecido enzimático Transglutaminase (TTG), o que permite sua apresentação para células na lâmina própria do intestino delgado (GREEN; LEBWOHL; GREYWOODE, 2015; WATKINS; ZAWAHIR, 2017).

A patologia da DC envolve um fator externo que é o glúten. As proteínas do glúten quando em contato com as enzimas digestivas sofrem modificações enzimáticas, por apresentarem uma relativa resistência, isso irá resultar em derivados peptídeos que podem desencadear uma resposta imunogênica em pacientes com DC (FASANO; CATASSI, 2012; SILVA; FURLANETTO, 2010).

Além do fator externo (glúten) que provoca a DC, tem-se o fator genético, que representa cerca de 35% do risco de desenvolvimento desta doença, a partir da presença de genes codificados (MHC classe II) e proteínas que incluem, os antígenos de leucócitos humanos, *The Human Leucocyte Antigen* (HLA) DQ2 e HLA-DQ8, em que cerca de 90% dos indivíduos afetados apresentam estas moléculas: HLA-DQ2 e HLA-DQ8 (PARZANESE et al., 2017). Na predisposição genética em pacientes com DC, o glúten interage com os marcadores HLA, que causam uma resposta imune anormal da mucosa e lesão tecidual (SILVA; FURLANETTO, 2010).

O tratamento da DC envolve uma dieta isenta de glúten, logo, indica-se a não ingestão de trigo, aveia, centeio, cevada, triticale e seus derivados (FASANO; CATASSI, 2012; LUDVIGSSON et al., 2014).

A prevalência de indivíduos com DC tem aumentado em todo o mundo, desde 1990, após a introdução dos testes sorológicos, maior experiência com o diagnóstico da doença e a maior conscientização da população (WATKINS; ZAWAHIR, 2017; BRASIL, 2015).

3.1.1 Manifestações Clínicas

A mucosa do intestino delgado consiste de um epitélio, o qual suas estruturas subjacentes são imediatamente transformadas em adjacentes e transportadas até o lúmen intestinal que entra em contato com a comida digerida. Para aumentar a superfície de contato e viabilizar a absorção de nutrientes, a mucosa projeta extensões chamadas vilosidades, que proliferam em suas bases às chamadas criptas. Em pacientes com DC, a ingestão do glúten resulta na hipertrofia ou alongamento destas criptas (Figura 1) (GARBER et al., 2017).

A doença celíaca caracteriza-se por várias manifestações clínicas, sendo uma resposta específica do anticorpo sérico e danos variáveis para a mucosa intestinal (FASANO; CATASSI, 2012). Além disso, existe uma ampla quantidade de apresentações de sintomas assintomáticos representados através de fadiga, diarreia com esteatorréia e má absorção de nutrientes, o que poderá acarretar perda de massa corporal (ASSOCIATION GASTROENTEROLOGICAL, 2001).

Outro fator relevante vinculado à DC é a frequência no aparecimento de distúrbios relacionados ao humor, com destaque, para a ansiedade, a depressão e a fadiga, mesmo após o diagnóstico da doença. Isso influencia a qualidade de vida dos pacientes (ZINGONE et al., 2015).

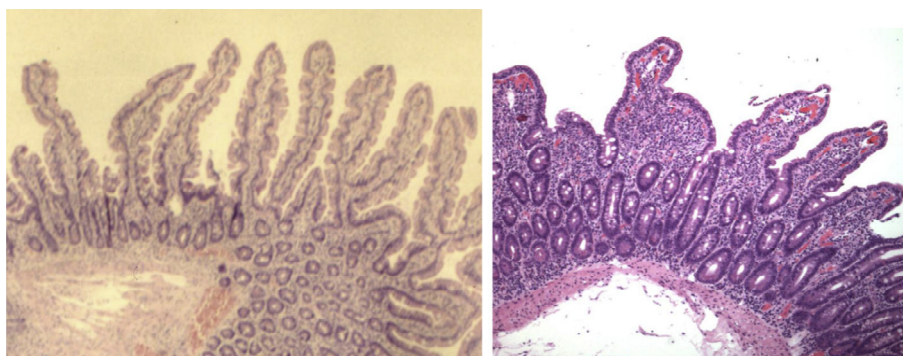


Figura 1 - À esquerda, histologia duodenal normal. À direita, espécime de biópsia duodenal com atrofia parcial, encurtamento das vilosidades, alongamento de criptas e aumentos difuso do linfócito intraepitelial
Fonte: Green, Lebwohl, Greywoode (2015).

Desta forma, a DC por causar deformação na mucosa intestinal (inflamação), poderá desencadear inúmeros outros quadros clínicos, a citar, deficiências com relação a vitaminas,

ao ferro (com ou sem anemia perniciosa), dores abdominais recorrentes, estomatite aftosa, baixa estatura, altos níveis de aminotransferase, fadiga crônica, redução da densidade mineral óssea ou até manifestações incomuns, como a dermatite herpetiforme (FASANO; CATASSI, 2012).

As manifestações clínicas da doença celíaca são classificadas das seguintes formas: clássica ou típica, atípica, silenciosa ou assintomática, latente e refratária (SILVA; FURLANETTO, 2010). Na forma clássica ou típica os pacientes podem apresentar sintomas gastrointestinais como diarreia, fezes flutuantes, devido à esteatorréia, flatulências, má absorção de nutrientes, que poderá ser evidenciado, por perda de massa, anemia grave e desordens neurológicas (KHASHAN et al., 2010). A atípica caracteriza-se por sintoma extra intestinal, com pouco ou nenhum sintoma gastrointestinal, com recorrente anemia ferropriva, osteoporose, infertilidade e baixa estatura (SILVA; FURLANETTO, 2010).

Quanto à manifestação silenciosa ou assintomática, a esta é verificada ausência de evidências clínicas, com frequência é observada em indivíduos, com histórico familiar da DC, doenças autoimunes associadas ou distúrbios genéticos (Síndrome de Down, Turner ou Williams) (PARZANESE et al., 2017).

Segundo Silva e Furlanetto (2010), a forma latente é diferenciada por duas formas, a primeira em pacientes diagnosticados com DC. Por sua vez, estes respondem bem a dieta com restrição ao glúten, apresentam histologia intestinal normal. O segundo grupo dos latentes, também possuem mucosa intestinal normal, ao consumirem alimentos que contenham o glúten, porém, poderão subsequentemente desenvolver a DC. E a refratária consiste em indivíduos celíacos que não respondem bem à dieta isenta de glúten (HO-YEN et al., 2009).

3.1.2 Diagnóstico e Epidemiologia da Doença Celíaca

O diagnóstico da DC é baseado na presença de sinais de atrofia das vilosidades histológicas nas biópsias duodenais, em que certos achados de endoscopia superior podem indicar atrofia e dobras das vilosidades. A doença poderá ser diagnosticada, mesmo sem os sinais de lesão das vilosidades, mas devido à continuidade da anemia ferropriva. Nesses casos é o único indicativo no ato do diagnóstico (LASA; OLIVEIRA; SOIFER; MOORE, 2017).

A frequência da DC é estimada em 1% da população na Europa e América do Norte, embora porcentagens exatas variem de acordo com o país, por exemplo, 0,3% na Alemanha,

0,7% na Itália, 1,2% na Inglaterra e 2,4% na Finlândia. A distribuição da DC se estende para outras regiões (Ásia, América do Sul e África do Norte). Um dos motivos que possam explicar esta tendência é o fato de que com a globalização do mercado mundial, nações que tradicionalmente utilizavam grãos sem glúten, arroz e milho, incorporaram produtos à base de trigo em suas dietas, com isso nestas populações foram detectados indivíduos celíacos (GREEN; LEBWOHL; GREYWOODE, 2015).

A epidemiologia da DC conceitua-se no modelo de iceberg (Figura 2), em que o número total de casos da DC é o tamanho do iceberg. Este é influenciado pela frequência dos genótipos predispostos na população e pelos indivíduos que consomem o glúten. Os casos típicos são a parte visível, enquanto os casos não diagnosticados são tidos como submerso. A falta de conhecimento da DC por parte dos seus portadores, principalmente, àqueles que não apresentam sintomatologia típica, podem ter consequências severas, o que pode comprometer sua qualidade de vida (LIONETTI; CATASSI, 2011).

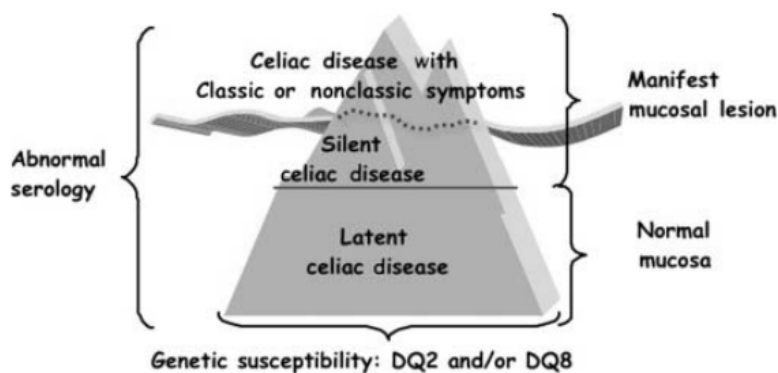


Figura 2 – Iceberg da Doença Celíaca
Fonte: Lionetti; Catassi (2011).

Devido o aumento no diagnóstico de pacientes com alergias ou intolerâncias alimentares, como exemplo os celíacos, os órgãos reguladores estão cada vez mais preocupados com as informações obrigatórias contidas nas embalagens dos alimentos. No Brasil foi criada a Lei Federal nº 10.674, de 16 de maio de 2003 (BRASIL, 2003), que *“obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca”*.

3.2 GLÚTEN

O glúten é uma mistura heterogênea de proteínas, formada, principalmente, pelas frações de gliadina e glutenina (Figura 3). As duas frações são consideradas tóxicas aos portadores da DC. Ao adicionar água e realizar a mistura, pela ação mecânica, obtém-se uma massa viscoelástica, o glúten, capaz de reter o dióxido carbono, que foi metabolizado pelas leveduras durante o processo fermentativo e permitirá o crescimento da massa, além da sua dilatação e expansão na cocção. Devido a estas características é possível obter inúmeros produtos derivados, com propriedades de textura singulares (FENNEMA; DAMODARAM; PARKIN, 2010; FASANO, 2011).

As frações proteicas da gliadina e glutenina irão contribuir para as características reológicas das massas. As gliadinas são constituídas por misturas heterogêneas de proteínas que contêm α , γ e ω – gliadinas, a mesma é responsável pela extensibilidade das massas (LAGRAIN; THEWISSEN; BRIJS; DELCOUR, 2008; BOCK; SEETHARAMAN, 2012). Enquanto as gluteninas incluem subunidades, divididas em elevada massa molecular e de baixa massa molecular, presentes nos polímeros estabilizados, por ligações dissulfeto, responsáveis pela elasticidade das massas alimentícias (WANG et al., 2013).

Salienta-se que o glúten é formado apenas em cereais que contenham as proteínas do grupo das prolaminas e gluteninas, este é encontrado nas farinhas de trigo, centeio, cevada, aveia e triticale ou suas variedades de mestiços e seus derivados (CODEX ALIMENTARIUS, 2015). As frações de prolaminas são descritas como gliadina no trigo, secalina no centeio, hordeína na cevada e avenina na aveia (ESKIN, 2015).

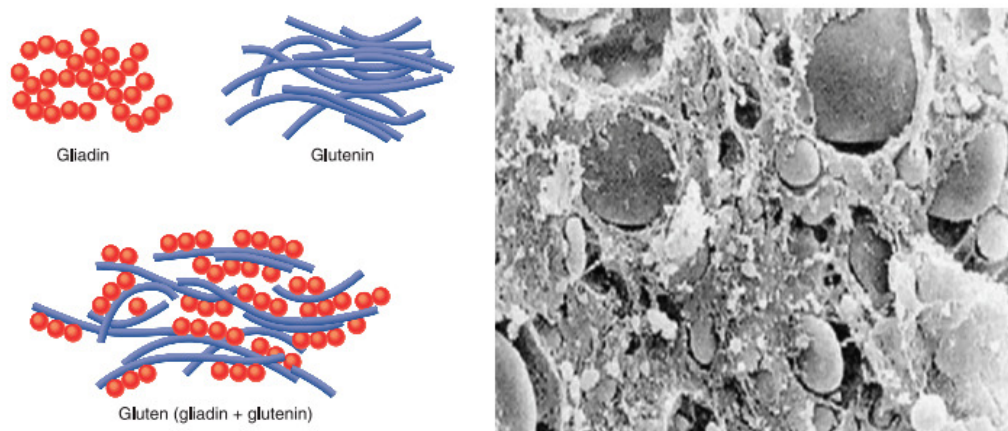


Figura 3 - Estrutura do glúten, composto pela mistura de duas proteínas, gliadina e glutenina
Fonte: Fasano (2011).

3.3 ENRIQUECIMENTO NUTRICIONAL DE PRODUTOS ISENTOS DE GLÚTEN

O ser humano necessita ter acesso a alimentos seguros e nutritivos, para que possa atender as necessidades energéticas, em termos de calorias, macro e micronutrientes para obter uma boa saúde (AUGUSTIN et al., 2016). Assim, o celíaco que em vários casos, apresenta quadros de desnutrição recorrentes, da má absorção de nutrientes, principalmente, nos indivíduos assintomáticos ou então por possuírem uma dieta desequilibrada, rica em lipídios e proteínas, quando da exclusão dos produtos que contém glúten (MALALGODA; SIMSEK, 2017; PELLEGRINI; AGOSTONI, 2015).

A retirada de produtos com glúten da alimentação é considerada crítica, pois em muitas situações, esses alimentos fazem parte dos hábitos alimentares dessas pessoas. A substituição das matérias-primas sem glúten é tido como um grande desafio à indústria do setor, principalmente, no que se refere à aceitação sensorial pelo consumidor (STORCK; PEREIRA, 2009).

Com o aumento de pessoas diagnósticas com doença celíaca, tem-se intensificado a busca por substituintes de produtos que contenham glúten. No entanto, os produtos livres de glúten disponíveis no mercado apresentam reduzida qualidade nutricional (MARIOTTI et al., 2009; GIMÉNEZ et al., 2013), sendo essas características relacionadas ao emprego de farinhas de arroz, mandioca (polvilho doce e/ou azedo), amido de batata, milho, entre outros, nas formulações dos alimentos sem glúten. Estudos realizados por Torbica; Hadna e Dap

(2012) caracterizaram farinha de arroz para posterior avaliação da relação com a qualidade de *cookies*, os resultados obtidos para composição proximal da farinha de arroz foram: teor de umidade de 10,60%, proteína 7,71%, cinzas 0,26%, amido 88,8%, gorduras 0,44% e açúcares de 0,27%.

Leonel, Garcia e Reis (2004), realizaram a caracterização da fécula de batata doce, o que resultou em um teor de umidade de 12,14%, amido 82,35%, cinzas 0,35%, proteína 0,33%, açúcares totais 1,14% e matéria graxa de 1,38%. Vieira, Montenegro, Lopes e Pena (2010), analisaram as propriedades físico-químicas da fécula de mandioca, tendo como teor de umidade de 13,99%, cinzas 0,11%, proteínas 0,17% e lipídios de 0,24%.

Ao realizar a caracterização físico-química, reológica, morfológica e térmica dos amidos de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose Webber, Collares-Queiroz e Chang (2009), obtiveram para o amido de milho normal um teor de umidade de 13,7%, proteína 0,05% e lipídios de 0,12%.

A partir dos estudos citados, verifica-se que às farinhas isentas de glúten, disponíveis no mercado, possuem alto conteúdo de amido em sua composição e baixo conteúdo de proteínas, lipídios e minerais. Uma boa estratégia é o emprego de farinhas que apresentem maior aporte nutricional.

Outros trabalhos ressaltam o uso de diferentes vegetais, ricos em nutrientes, aplicados no enriquecimento nutricional de produtos sem glúten. Alencar e colaboradores (2015) avaliaram a influência de edulcorantes e pseudocereais (amaranto e quinoa), em formulações de pães e verificado um alto significativo nos teores de proteínas, lipídios e cinzas. Tsatsaragkou, Gounaropoulos, Mandala (2014), desenvolveram pães de alta qualidade, fonte de fibras alimentares ao empregarem farinha de alfarroba e amidos resistentes no produto.

3.3.1 Inhame

O Inhame (*Dioscorea spp*) (Figura 4) é uma das culturas de grande destaque em climas tropicais, especialmente em áreas com chuvas moderadas, é uma importante fonte de caloria para regiões tropicais e subtropicais do mundo. Esta cultura de tubérculos possui aproximadamente entre 600 a 900 espécies. Iniciada na África, Ásia, partes da América do

Sul, Caribe e Ilhas do Pacífico, considerada uma cultura básica em regiões da África e Sudeste Asiático (OBIDIEGWU; AKPABIO, 2017).

É composto predominantemente por amido, com um total 75 a 84% da biomassa do inhame (CHEN, X et al., 2017). A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), o Inhame cru possui em sua composição vários nutrientes importantes ao ser humano (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição Nutricional do Inhame Cru

Composição	Inhame cru (100 gramas)
Energia (kcal)	97,0
Umidade (%)	73,3
Proteína (g)	2,1
Lipídios (g)	0,2
Carboidratos (g)	23,2
Fibra Alimentar (g)	1,7
Cinzas (g)	1,2
Cálcio (mg)	12,0
Magnésio (mg)	29,0

Fonte: TACO, 2011.

Em estudo realizado por Wu e colaboradores (2016), a quantificação da composição nutricional do Inhame demonstrou que o mesmo é composto de proteínas, fibras alimentares e minerais, com destaque para o magnésio e o cálcio, menor proporção de ferro, zinco e cobre. Os autores também encontraram aminoácidos essenciais e componentes bioativos, como a alantoína e a dioscina.

Quando frescos os Inhames são suscetíveis à deterioração durante o armazenamento. Isso é devido a seu alto teor de umidade, o torna suscetível à ação microbiana. Ao ser obtida a farinha do Inhame, este pode ser facilmente armazenado por longo período até o consumo (CHEN, X et al., 2017; AKINOSO; OLATOYE, 2013).



Figura 4 - Batata e farinha de Inhame

Fonte: próprio autor

A farinha de Inhame pode ser utilizada como uma alternativa na constituição de produtos alimentícios destinados aos celíacos, tendo como vantagem ausência de glúten e seu potencial nutricional ao comparar às farinhas sem glúten, utilizadas convencionalmente. Além disso, o uso deste amido pode vir a viabilizar a produção desta cultura, o que acarretará maior renda no campo e desenvolver a agricultura familiar (NUNES et al., 2010).

3.3.2 Maca peruana

A Maca peruana (*Lepidium meyenii*) é uma planta originária da região dos Andes, com cultivo conhecido há 2.000 anos (LI et al., 2017). O interesse em incorporá-la na dieta ocidental advém da sua composição que em geral consiste em 258,0 mg em 100 g de cálcio, 15,4 mg em 100 g de ferro, 14% de proteína bruta e 78% de carboidratos (rico em amido); e a presença de glucósidos, alcalóides e taninos (FAO, 1994). Gonzales (2012) descreve que a composição da Maca peruana possui vários aminoácidos, em maior proporção: leucina, arginina, fenilalanina, lisina, glicina, alanina, valina, isoleucina, ácido glutâmico, serina e ácido aspártico, em menor concentração a histidina, tirosina, metionina, prolina e sarcosina. Na fração lipídica, o autor relata ter encontrado os ácidos graxos: linoleico, palmítico e oleico.

Esta raiz (Figura 5) é consumida em todo o mundo na forma de licor, pílulas, refrigerantes, doces, entre outros produtos, devido ao seu alto valor nutricional e suas propriedades funcionais (CHEN, J et al., 2015).

Caracterizada por sua estrutura, a mesma possui uma parte externa composta por um pequeno e plano caule que parece ser resultado de um processo de adaptação da planta aos impactos dos ventos fortes, e outra parte subterrânea, um tubérculo com eixo hipocótilo de 10 - 14 centímetros de comprimento e 3 - 5 centímetros de largura, constituído por alto conteúdo de água. Após a secagem natural os hipocótilos são reduzidos a um tamanho de cerca de 2 - 8 centímetros de diâmetro. A massa média dos hipocótilos secos podem variar entre 7,64 e 23,88 gramas (GONZALES, 2012).



Figura 5– Raiz e Farinha de Maca peruana
Fonte: próprio autor.

Destaca-se por suas alegações farmacológicas que incluem a capacidade em atenuar a ocorrência de doenças respiratórias e o reumatismo. Atuar na regulação hormonal e como estimulante para o metabolismo (CHAIN et al., 2017).

Estudo realizado por Uchiyama, Jikyo, Takeda e Ogata (2014), avaliaram o efeito da Maca nos níveis séricos no hormônio luteína (HL) que é o responsável por desencadear a ovulação e a produção, principalmente da progesterona no organismo feminino. Os pesquisadores, concluíram que o uso deste tubérculo, aumenta os níveis séricos de HL nos hormônios de fêmeas, sugere-se que o uso tradicional da Maca peruana possa aumentar a fertilidade através da proposta de um mecanismo molecular, potencial para seus efeitos.

3.3.3 Yacon

Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma planta pertencente à família Asteraceae, originária da região dos Andes e que possui raízes tuberosas (Figura 6) é considerada uma fonte abundante de frutoligossacarídeos (FOS) e inulina (MARTINS et al., 2016). O mesmo pode ser consumido descascado em saladas de frutas, cozidos no vapor ou frito (SOUSA, et al., 2015a).

Os FOS são prebióticos, ingredientes alimentícios não digeríveis pelo organismo, mas que possuem efeito benéfico sobre o hospedeiro. Essas frações dos carboidratos atuam como estímulo seletivo ao crescimento e/ou atividade, de um grupo específico de bactérias que colonizam o cólon (bifidobactérias e lactobacilos), que são considerados probióticos por favorecerem a síntese de algumas vitaminas e previr contra alguns mecanismos cancerígenos (OJANSIVU; LUCIA, 2011).



Figura 6 – Batata e Farinha de Yacon
Fonte: próprio autor.

Outro aspecto importante é o fato de alguns pacientes acometidos pela DC também apresentarem diabetes mellitus, tipo 1 (DM1). Os FOS presentes no Yacon que não são digeridos pelas enzimas do estômago e do intestino delgado, são considerados fibra alimentar. Essas substâncias possuem índice glicêmico igual à zero, isto é, não alteram os níveis de glicose circulante no sangue, nem a insulina no organismo. Este tubérculo poderá ser consumido por indivíduos celíacos e com DM1 (FENNEMA; DAMADORAN; PARKIN, 2010; DIAS, 2016). Destacam-se algumas das propriedades do Yacon (Tabela 2).

Tabela 2 - Estudos com Yacon sobre seu benefício na Tecnologia de Alimentos e na saúde humana

Tipo de estudo	Produto utilizado	Efeito observado	Referência
Farinha de Yacon aplicada para redução na morbidade intestinal de ratos com câncer.	• Farinha de Yacon	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da permeabilidade do intestino; • Redução do pH intraluminal; • Redução na percentagem de tamanho das criptas. 	(GRANCIERI et al., 2017)
Avaliação <i>in vitro</i> de farinha de tubérculo de yacon (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) como potencial prebiótica	• Farinha de tubérculos de Yacon	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial atividade prebiótica após o crescimento das cepas probióticas testadas, provavelmente devido ao seu conteúdo de frutoligossacarídeos (FOS). 	(SOUSA et al., 2015a)
Propriedades antioxidantes da farinha de tubérculos do yacon esterilizado (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).	• Farinha de Yacon esterilizado	<ul style="list-style-type: none"> • Propriedades antioxidantes devido aos compostos fenólicos (ácido clorogênico seguido de ácido cafeico); • Presença do aminoácido triptofano que também possui atividade antioxidante. 	(SOUSA et al., 2015b)
Melhoria dos parâmetros bioquímicos em ratos diabéticos de tipo 1 após tratamento	• Extrato aquoso de raízes de yacon	<ul style="list-style-type: none"> • Reversão de mudanças patológicas (dislipidemia e hiperglicemia causadas pelo diabetes mellitus); • Promoção da proteção hepática. 	(OLIVEIRA; BRAGA; FERNANDES, 2013)

Fonte: Grancieri et al. (2017); Sousa et al. (2015a); Sousa et al. (2015b); Oliveira, Braga, Fernandes (2013).

3.3.4 Óleo de Chia

A Chia, *Salvia hispânica L.*, é uma planta nativa da região do México e Guatemala (Figura 7). Os seus grãos foram utilizados por tribos astecas, principalmente em forma de alimento, mas também como medicamento e na fabricação de tintas. A partir do grão, é possível obter o óleo de Chia, o qual pode ser extraído por diferentes métodos, tais como extração por solventes apropriados, compressão a frio, aplicação do CO₂ supercrítico ou propano subcrítico (MARTÍNEZ; MARIN; FALLER; REVO; PENCI; RIBOTTA, 2012; ZANQUI, MORAIS, SILVA, SANTOS, CHIAVELLI, BITTENCOURT, EBERLIN, VISENTAINER, CARDOZO-FILHO, MATSUSHITA, 2015).

O óleo de Chia é um produto fonte de ácidos graxos poli-insaturados, com destaque, ao alfa-linolênico (n-3), responsável pela resposta anti-inflamatória e desempenhar um papel importante tanto na saúde, com aplicações em alimentos e cosméticos. Possui uma reserva natural de antioxidantes como tocoferóis, fitoesteróis, carotenoides e compostos fenólicos. Em estudo realizado em óleo obtido a partir do grão de chia, estes resultaram em alto conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados (81,59%), em especial dos ácidos linoleico (18,23%) e alfa-linolênico (62,80%) (MARINELI et al., 2014).

Ao realizar a caracterização dos compostos fenólicos nos grãos, farinha e óleo de Chia, Oliveira-Alves et al. (2017), detectaram derivados de ácidos fenólicos tanto nos extratos brutos, quanto nos extratos hidrolisados, sendo eles o ácido cafeico, ácido rosmarinico, ácido metil rosmarinico, ácido salvianólico C e ácido salvianólico E. Logo, estes resultados fornecem informações com relação aos compostos fenólicos presentes na Chia, que são fontes dietéticas importantes de antioxidantes naturais que possam auxiliar na prevenção de doenças causadas pelo estresse oxidativo.



Figura 7 - Grão e Óleo de Chia
Fonte: Coelho, Salas-Mellado (2014).

3.4 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DE MISTURAS

O planejamento experimental é uma técnica utilizada a fim de verificar quais variáveis são importantes em determinado estudo, sendo que através dele, o pesquisador pode determinar variáveis que exerçam maior influência no desempenho de um determinado processo (MONTGOMERY; CALADO, 2003).

No planejamento experimental de misturas qualquer variação que haja nos componentes, almeja-se uma variação proporcional na resposta. Ou seja, se as quantidades de todos os componentes da mistura forem triplicadas, a mistura também será triplicada (MONTGOMERY; CALADO, 2003).

No planejamento de mistura existe a chamada restrição de mistura, que consiste no somatório dos ingredientes deverá ser igual a 1, ou melhor, 100%, conforme a Equação 1:

$$\sum_{i=1}^q x_i = 1 \quad (1)$$

Sendo q o número de componentes (ou fatores) na mistura. Os componentes constantes na equação não são independentes, com isso, um componente irá interferir na variação de outro. Portanto, a matriz X^tX é singular. Neste tipo de desenho experimental, a resposta não depende somente das proporções relativas dos ingredientes, mas também da quantidade total dos ingredientes em investigação na mistura.

O modelo matemático básico a ser empregado em planejamento de misturas é o modelo Linear, citado na equação 2:

$$y = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i \quad (2)$$

Em que os parâmetros β_i representam a resposta esperada para os componentes puros.

3.5 PRODUÇÃO DE MASSA DE PIZZA SEM GLÚTEN

Existe uma dificuldade em adquirir os produtos isentos de glúten no comércio varejista, pelo fato, destes alimentos apresentam um maior valor quando comparado às formulações tradicionais, que contém glúten. Afonso, Jorge e Moreira (2016), ao avaliarem 742 produtos alimentares de 129 marcas distintas, observaram que as maiores diferenças de preços foram na categoria massas, tendo o produto sem glúten valor quatro vezes superior ao com glúten. O valor do pão era três vezes mais elevado e os biscoitos variam entre 300 e 65%.

Dessa forma, dados avaliados pela ACELBRA (2004) demonstram que pacientes celíacos tem interesse em encontrar com maior facilidade, no comércio em geral, produtos como pão (47%), macarrão (21%), biscoitos (21%) e o objeto deste estudo, pizza (11%).

No Brasil, a pizza chegou através de imigrantes italianos no final do século XX, sendo considerado um dos alimentos mais populares do país (CAMPELO et al., 2017). O desenvolvimento da massa de pizza isenta de glúten é a forma de poder consumir um produto, que faz parte do hábito alimentar do brasileiro. Existe o desafio de obter uma massa característica de pizza, com textura, cor e que seja sensorialmente aceitável. Associado ao fato de lançar um alimento com qualidade nutricional elevada. A utilização de ingredientes, como a Maca peruana, Inhame e Yacon, que são ótimas fontes de nutrientes, destacam-se como uma alternativa no processamento de massas sem glúten.

3.5.1 Influência dos Ingredientes no desenvolvimento da massa

O emprego das farinhas isenta de glúten é estudado como alternativa na substituição da farinha de trigo, na panificação. O desafio tecnológico reside no fato de os cereais sem glúten, não formarem uma massa viscoelástica, capaz de reter o dióxido de carbono, produzido na fermentação. Associado às propriedades de expansão e dilatação da massa no momento da cocção, que irá proporcionar um produto com textura desejável ao consumidor. Dentre às estratégias estão à inclusão de ingredientes para garantir estas propriedades (STORCK; PEREIRA, 2009).

A principal farinha aplicada nesta substituição é a de arroz, que tem por atributo, o gosto suave, cor branca, hipoalergenicidade e facilidade na digestão, que pode ser combinada

com outras fontes de amido e aplicada na panificação (KADAN; BRYANT; PEPPERMAN, 2003).

Outro ingrediente de destaque na fabricação de massa sem glúten são os hidrocolóides, em especial, a goma xantana (Figura 8) um polissacarídeo de alta massa molecular sintetizado pelo micro-organismo, *Xanthomonas campestris*, uma bactéria comum nas folhas das plantas da família da couve, que produz um polissacarídeo denominado, xantana. Esta goma é solúvel em água quente e fria, possui alta viscosidade em solução e não muda na faixa entre 0 a 100 °C. É estável em soluções ácidas, possui excelente compatibilidade com o cloreto de sódio, é um notável estabilizante de suspensões e emulsões. Também confere estabilidade a produtos submetidos ao congelamento e descongelamento (QIU; ZHAO; MCCLEMENTS, 2015; FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010).

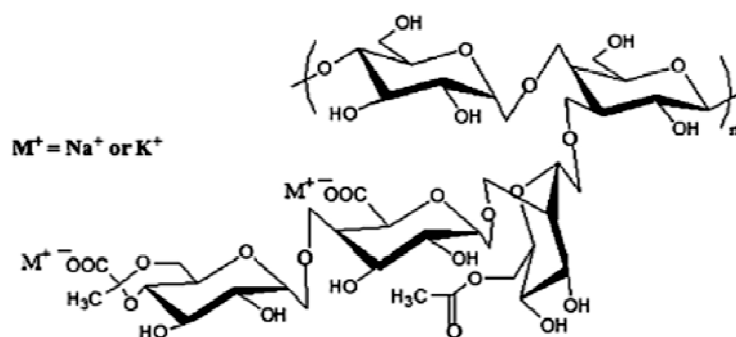


Figura 8 - Estrutura química da Goma Xantana
Fonte: Elella, Mohamed, ElHafeez, Sabaa, 2017.

A utilização de outros ingredientes também auxilia na produção de massas sem glúten, como ovos, açúcar, cloreto de sódio, óleo, água e fermento, estes podem melhorar a textura, sabor e aroma do produto final.

Os emulsificantes consistem em componentes anfipáticos, com uma fração hidrofílica e outra hidrofóbica. Essa característica é importante por melhorar o aspecto sensorial do sabor, textura e aparência geral no produto final (MA et al., 2017). Os ovos têm boas características de formação de gel e espuma, com ampla aplicação em produtos de padaria, merengues, biscoitos entre outros (CHANG et al., 2016).

O açúcar pode ser utilizado para aumentar a velocidade da fermentação, proporcionar espessura e corpo aos alimentos, permitir maior tempo de armazenamento, pela retenção da umidade (OETTERER; REGITANO; SPOTO, 2006). O cloreto de sódio (sal) é o responsável

pela melhoria no desenvolvimento da massa, sabor e conservação do produto, mas em excesso é prejudicial ao desenvolvimento da levedura (ANVISA, 2012).

A gordura esta relacionada às propriedades de mastigação, ao conferir maciez ao produto, conferir maior brilho, melhor aparência e atuar no teor nutricional por ser fonte de energia (PEREIRA, J; CIACCO; VILELA; PEREIRA, R, 2004). O enriquecimento da massa com ácidos graxos essenciais, nomeadamente benéficos à saúde, pode ser alcançado com o uso de óleos vegetais, com destaque, ao óleo de chia (COELHO; SALAS-MELLADO, 2014).

O fermento biológico, a levedura, *Saccharomyces cerevisiae*, utilizada na fermentação da massa. O metabolismo da levedura consiste na biotransformação do açúcar presente na massa, uma parte deste, em etanol (principal álcool formado), dióxido de carbono e compostos aromáticos. O dióxido de carbono será o principal responsável pela expansão da massa na etapa da fermentação (ANVISA, 2012).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ELABORAÇÃO DE MASSA DE PIZZA ISENTA DE GLÚTEN

O desenvolvimento dos pré-testes para obtenção da formulação base das massas de pizza isentas de glúten, correspondeu à primeira etapa do projeto. Inicialmente realizaram-se testes somente com a farinha de arroz, a fim de obter uma massa alimentícia com característica de massa de pizza. Logo, foi realizada a substituição de parte desta farinha de arroz (50% ou 100 g) pelas farinhas de Maca peruana, Yacon e Inhame em massas individuais. Assim, houve a produção de massas similares à de pizza, ao ser avaliadas as características sensoriais destas. Posteriormente, as farinhas de Maca peruana, Inhame e Yacon foram feitas análises de caracterização, para definição da matriz do planejamento de misturas.

4.1.1 Ingredientes

As matérias-primas fixas nas formulações foram o óleo de Chia, fermento em pó biológico, goma xantana, farinha de arroz, e ovos *in natura* (Tabela 3), que foram adquiridas no comércio local de Santa Terezinha de Itaipu, Paraná, Brasil. As farinhas de Maca peruana, Yacon (ambas da marca A) ambas adquiridas no comércio local de Santa Terezinha de Itaipu e farinha de Inhame (marca B) obtida via *e-commerce*, perfizeram a matriz de planejamento de misturas (Tabela 4).

Tabela 3 - Ingredientes fixos utilizados nas formulações de massa de pizza

INGREDIENTES	*QUANTIDADE (g)
** Farinhas	200
Açúcar	06
Cloreto de sódio	05
Goma Xantana	05
Ovos <i>in natura</i>	115
Água (mL)	50
Óleo de chia	20
Fermento Biológico	05

* Valores obtidos após realização de testes preliminares.

** Farinhas: Arroz, Maca Peruana, Yacon e Inhame. O total de farinhas consistiu no somatório de 100 g de farinha de arroz (ingrediente fixo em todas as formulações) e 100 g do total das farinhas, que foram modelados, conforme planejamento de misturas.

Fonte: próprio autor, a partir de testes preliminares.

4.1.2 Equipamentos e utensílios

Os equipamentos utilizados no processamento das massas de pizza consistiram de balança semi-analítica (SHIMADZU/BL 3200H), batedeira planetária (Arno/400W), estufa de fermentação (Perfecta/Modelo Vipão 1.9) e forno industrial elétrico (Perfecta/Modelo Vipão 1.9). Os utensílios empregados no processo foram colheres e facas de alumínio; espátulas e pinceis de silicone; bacias e rolo de material polimérico; e fôrmas de alumínio para massa de pizza, na seguinte dimensão: 30 cm de diâmetro interno e 1,5 cm de altura.

4.1.3 Desenvolvimento das formulações das massas de pizza

Inicialmente realizou-se a pesagem dos ingredientes citados em balança semi-analítica, com posterior mistura de todos os ingredientes secos: farináceos - farinha de arroz, as farinhas de Maca peruana, Inhame e Yacon, de acordo com o planejamento de misturas; goma xantana, açúcar e sal, que foram homogeneizados manualmente, com o auxílio de uma colher de alumínio, por aproximadamente 30 segundos. Adicionaram-se os ingredientes líquidos que consistiu nos ovos *in natura* (previamente homogeneizados), óleo de chia e água. Na sequência foi realizado o amassamento, em batedeira planetária (Arno/400W) por aproximadamente 2 minutos em velocidade 2, com descanso de 5 minutos, moldagem em fôrma, que foi untada previamente com óleo de chia sobre o papel manteiga. Após a modelagem, a massa foi fermentada em estufa com umidade relativa em aproximadamente 70%, durante 30 minutos a 37 °C. A cocção foi realizada em forno industrial elétrico por 3 minutos a 180 °C. Ao término do cozimento, a massa permaneceu em ambiente fechado, com temperatura não superior a 30 °C, durante 60 minutos, para resfriar, com posterior desenforme, embalas em filme de policloreto de polivinila (PVC) e congelado a -22 °C em congelador, para posteriores análises físico-químicas. As massas de pizza sem glúten foram definidas como pré-prontas. Assim, a cocção completa do produto ficará a cargo do consumidor final, após ter acrescentado a cobertura de sua preferência.

4.1.4 Delineamento Experimental

No presente estudo aplicou-se o delineamento experimental de misturas com três componentes e o ponto centróide com duas repetições, e as respostas em duplicata e análises em quintuplicata, no desenvolvimento da massa de pizza isenta de glúten. Posteriormente houve a avaliação do efeito dos componentes sobre as características de alguns parâmetros de textura através da metodologia de modelagem de misturas, com a caracterização físico-química e sensorial de alguns pontos experimentais selecionados. O total de farináceos nas formulações nas massas de pizza foi de 200 g, e deste, 100 g foram utilizados nas frações das farinhas de Maca peruana, Yacon e Inhame, conforme o planejamento de misturas (Tabela 4), e nos 100 g restantes foi utilizado farinha de arroz (ingrediente fixo).

Tabela 4 - Matriz do planejamento de misturas, com os componentes decodificados e os valores utilizados (em gramas)

Ensaio	x_1	x_2	x_3
1	1,00 (100,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
2	0,00 (0,00)	1,00 (100,00)	0,00 (0,00)
3	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	1,00 (100,00)
4	0,50 (50,00)	0,50 (50,00)	0,00 (0,00)
5	0,50 (50,00)	0,00 (0,00)	0,50 (50,00)
6	0,00 (0,00)	0,50 (50,00)	0,50 (50,00)
7	0,67 (67,00)	0,17 (17,00)	0,17 (17,00)
8	0,17 (17,00)	0,67 (67,00)	0,17 (17,00)
9	0,17 (17,00)	0,17 (17,00)	0,67 (67,00)
10	0,33 (33,00)	0,33 (33,00)	0,33 (33,00)

x_1 – Farinha de Maca; x_2 – Farinha de Yacon; x_3 – Farinha de Inhame.

Fonte: próprio autor

Os parâmetros estudados foram perfil de textura, que abrange a dureza, coesividade, elasticidade, adesividade, gomosidade e mastigabilidade; a firmeza ao corte, e a caracterização físico-química através dos resultados de umidade, cinzas, proteína bruta, lipídios totais e atividade de água.

4.1.5 Análise estatística e multivariada

Primeiramente foram obtidos os efeitos principais, efeitos de interação entre os componentes e a análise de variância (ANOVA). Sequencialmente, a normalidade e a homogeneidade da variância dos resíduos foram verificadas. Assim, continuou-se com a análise de variância (ANOVA entre as amostras) para todas as respostas investigadas, com o intuito de verificar o efeito das variáveis independentes sobre as respostas estudadas.

No presente estudo foi aplicada a técnica de planejamento de misturas do tipo *simplex-lattice* (Figura 9) que consiste em obter todas as combinações possíveis dos componentes. Desta forma é possível usar o número máximo de termos, na equação polinomial, neste tipo de modelo e estimar as curvas de contorno ao longo de toda a região simplex (CORNELL, 2002; MONTGOMERY; CALADO, 2003).

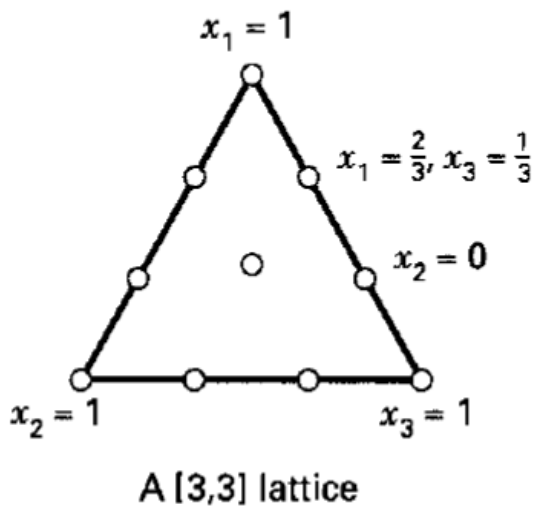


Figura 9 – Representação modelo *simplex-lattice*
 Fonte: Cornell, 2002.

O planejamento *simplex-lattice* com três componentes teve como matriz 10 pontos experimentais distintos, sendo estes os vértices do triângulo, as frações e o ponto centróide. Este pode ser melhor descrito pelo modelo cúbico ou cúbico especial, conforme Equação 3.

$$\hat{y} = b_1^*x_1 + b_2^*x_2 + b_3^*x_3 + b_{12}^*x_1x_2 + b_{13}^*x_1x_3 + b_{23}^*x_2x_3 + d_{12}^*x_1x_2(x_1 - x_2) \quad (3)$$

$$+ d_{13}^*x_1x_3(x_1 - x_3) + d_{23}^*x_2x_3(x_2 - x_3) + b_{123}^*x_1x_2x_3$$

A análise estatística dos dados obtidos a partir do planejamento de mistura e caracterização físico-química foram realizadas em *software Statistica 7.0 – Statsoft* (StatSoft, Inc.2004).

4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS MATÉRIAS PRIMAS MACA PERUANA, YACON, INHAME E MASSAS DESENVOLVIDAS NO PLANEJAMENTO

4.2.1 Composição proximal, umidade e atividade de água.

Para determinação do teor de umidade das farinhas realizou-se a análise conforme Instituto Adolfo Lutz (2008). Primeiramente foram aquecidos os cadinhos de porcelana em mufla a 550 °C por 30 minutos e em seguida foram resfriados em dessecador, e pesados em balança analítica (Marte, modelo Aw220). Registrou-se a massa do cadinho vazio e posteriormente, pesou-se 3,0000 gramas de amostra nos mesmos, e colocou-se em estufa a 105 °C por 4 horas. Decorrido o tempo, resfriou-se as amostras em dessecador e foi realizada a primeira pesagem, em seguida repetiu-se a operação de aquecimento e resfriamento até massa constante. A determinação do teor da umidade foi determinada pela Equação 4:

$$\text{Umidade} = (100 \times P)/M \quad (4)$$

Em que, P é a massa de umidade e compostos voláteis (perda de massa, em g) e M é massa da amostra, em g.

Para a determinação do teor de cinzas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), utilizou-se a amostra resultante da umidade e realizou-se a queima da amostra em chapa de aquecimento e em seguida colocou-se os cadinhos na mufla a 550 °C, por aproximadamente 10 horas, até que as amostras se tornassem cinza claro.

Os lipídios totais foram extraídos com uma mistura de clorofórmio:metanol:água (2:2:1,8, v/v/v), segundo Bligh & Dryer (1959), com correção da umidade para 80%. Pesou-se cerca de 15,0000 g ($\pm 0,0001$ g) de amostra (em balança analítica) em béquer de 250 mL, adicionados 15 mL de metanol e 30 mL de clorofórmio diretamente na amostra agitados vigorosamente por 5 minutos com auxílio de agitador magnético. Depois foram adicionados à mistura, 15 mL de clorofórmio, agitados por 2 minutos, 15 mL de água ultrapura (com resistividade de 18,2 megohm cm^{-1} , e condutividade de 0,054 $\mu\text{S} / \text{cm}$ a 25 °C) e permaneceu em agitação por 5 minutos. A mistura foi filtrada à vácuo em funil de Büchner com papel de

filtro qualitativo. A solução resultante da filtração foi transferida para um funil de separação de 250 mL. Após a separação das fases, a parte inferior, contendo o clorofórmio e a matéria graxa, foi drenada para balão de fundo chato de 250 mL, previamente tarado e pesado, e o solvente eliminado em evaporador rotatório, com banho a 33 °C. O teor de lipídios foi determinado gravimetricamente.

Para determinação da proteína bruta, realizou-se a partir do método micro Kjeldahl que determina a matéria nitrogenada total de uma amostra, conforme AOAC (2000). No procedimento realizou-se inicialmente a pesagem em balança analítica, diretamente no tubo de digestão, de 0,7000 g de amostra. Em seguida foi adicionado no tubo aproximadamente um grama de catalisador ($K_2SO_4 + CuSO_4$) e pérolas de vidro. Com os tubos de digestão na capela, adicionou-se 10 mL de H_2SO_4 , medido com proveta. As amostras foram deixadas em repouso a temperatura ambiente na capela por 12 horas para que o H_2SO_4 iniciasse o processo de degradação da matéria orgânica presente nas amostras. Em seguida, os tubos foram transferidos para digestão em bloco digestor de proteína. Com as amostras no equipamento, este foi ligado e programado para temperatura inicial de 50 °C, ao atingir a referida temperatura, foi cronometrado 30 minutos e em seguida programada para 100 °C, e assim sucessivamente até que o equipamento atingisse 450 °C e realizasse a completa digestão das amostras, até obter uma solução límpida, transparente ou esverdeada. Nesta etapa, o nitrogênio presente na amostra foi transformado em sal amoníaco (sulfato de amônio), por meio da reação com H_2SO_4 . Após atingir as características desejadas o equipamento foi desligado e deixado às amostras resfriarem até temperatura de aproximadamente 25 °C. Decorrido o processo de digestão das amostras, as mesmas foram submetidas à destilação, (realizada em equipamento de destilação de nitrogênio – Marconi MA-036). Em erlenmeyer de 250 mL foi adicionado 25 mL de ácido bórico (H_3BO_3) 4%, e 5 gotas (v) de indicador misto. O erlenmeyer foi colocado na ponta de saída do destilador, de modo que a ponta ficasse submersa no líquido. Posteriormente, o tubo com a amostra foi colocado no equipamento de destilação de nitrogênio, através do funil indutor do aparelho, adicionada a solução de NaOH 40% até que a amostra passasse de transparente para marrom, o que é o indicativo da neutralização do ácido constante na amostra. O aquecimento foi ligado e aguardou-se até que a solução indicadora completasse 100 mL, através do recolhimento do destilado no erlenmeyer, e verificou-se a mudança na coloração da solução indicadora de rosa para verde. No processo de destilação, o sulfato de amônio reagiu com o NaOH sob aquecimento, produzindo o gás amônia (NH_3), sendo este produto coletado no erlenmeyer localizado na saída do destilador. O ácido bórico, contido no erlenmeyer, reagiu com a

amônia, com produção de borato de amônio e, dessa forma, alterou a coloração do indicador misto. Após a destilação, para finalizar o procedimento, realizou-se a titulação do produto coletado no erlenmeyer com solução padrão de ácido clorídrico 0,1 mol L⁻¹ (HCl), com fator de correção de 0,9756 para amostra de farinha de arroz e 0,9619 para as demais farinhas (Maca peruana, Yacon e Inhame) e as formulações desenvolvidas mediante o planejamento de misturas, até que a solução atingisse o ponto de viragem, que passou de verde para rosa claro, e foi anotado o volume de HCl gasto na titulação e o teor de nitrogênio total na amostra e proteína bruta determinados pelas Equações 5 e 6, respectivamente.

$$\%N = (Vx Nx fx 14 x 100)/m \quad (5)$$

Em que:

%N = porcentagem de nitrogênio total na amostra;

V = volume de HCl gasto na titulação (mL);

N = concentração (mol L⁻¹) do padrão (HCl);

f = fator de correção do padrão;

m = massa da amostra (mg)

$$\%Proteína Bruta = \%N x FE \quad (6)$$

onde:

%PB = porcentagem de proteína bruta contida na amostra;

FE = fator específico (diferente para cada tipo de alimento), neste caso foi utilizado o fator para farinhas que é de 5,7 (RINALDI, PACIULLI, CALIGIANI, SCAZZINA, CHIAVARO, 2017).

Os carboidratos totais foram calculados por diferença, conforme equação 7 (BRASIL, 2003).

$$Carboidratos = 100 - (\%umidade + \%cinzas + \%proteína bruta + \%lipídios totais) \quad (7)$$

O valor calórico expresso em kcal/100g de amostra foi estimado seguindo os valores calóricos de conversão de Atwater, multiplicando o conteúdo de carboidratos e proteínas por quatro e o de lipídios por nove (QUEIROZ, ROCHA, GARRUTI, SILVA, ARAÚJO, 2017).

A atividade de água (a_w) foi realizada conforme metodologia aplicada por Zavareze; Rodrigues (2009), sendo as amostras fragmentadas para permitir que o fundo do recipiente apropriado do equipamento pudesse ser completamente preenchido e a a_w de cada amostra determinada individualmente através do medidor de atividade de água (Aqua Lab Dew Point).

4.2.2 Cor

A cor foi determinada com auxílio de colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-300), tanto nas farinhas utilizadas nas formulações quanto nas massas. As medidas foram realizadas em 3 locais diferentes. A padronização do equipamento foi realizada com uma placa de calibração branca. A análise foi realizada de acordo com o Sistema CIE-L Commission Internationale L'Eclairage ou L^* , a^* e b^* , ao avaliar os parâmetros de cor, luminosidade (L^* , 100 para branco e 0 para preto), e as coordenadas de cromaticidade do sistema CIE/LAB, em que a^* (-) para verde e (+) para vermelho e b^* (-) azul e (+) para amarelo (ALTAMIRANO-FORTOUL; ROSELL, 2011).

4.2.3 Índice de solubilidade (ISA) e índice de absorção de água (IAA) das farinhas

O ISA e IAA foram determinados conforme metodologia descrita por Anderson, Conway e Peplinski (1970), com modificações na quantidade de amostra analisada. Em tubo de centrífuga previamente tarado pesou-se 0,5000 g de amostra e adicionou 6 mL de água destilada. Os tubos foram agitados por 30 minutos a 30 °C e, em seguida, foram centrifugados (em centrífuga Cientec, modelo CT- 5000R) por 10 minutos. O líquido sobrenadante foi vertido cuidadosamente em placa de petri previamente tarada e o material remanescente teve sua massa aferida. A água do líquido contida no sobrenadante, que estava na placa de petri foi evaporada em estufa a 105 °C por 4 horas e o resíduo da evaporação foi pesado. Os IAA e ISA foram calculados pelas Equações 8 e 9, respectivamente:

$$IAA = MRC / (MA - MRE) \quad (8)$$

$$ISA = MRE/MA \times 100 \quad (9)$$

Em que:

MRC (massa do resíduo de centrifugação), MA (massa da amostra em g), MRE (massa do resíduo de evaporação em g).

4.2.5 Análise de Viscosidade das farinhas

A análise de viscosidade foi realizada conforme metodologia descrita por Campo, dos Santos, Costa, Paese, Guterres, Rios e Flôres (2017), com modificações na quantidade de amostra e água ultrapura, para melhor obtenção dos dados do equipamento. Foram pesados separadamente 5,00 g de cada farinha em béqueres, e solubilizadas em 50 mL de água ultrapura a 90 °C. Após a diluição, as soluções foram homogeneizadas com bastão de vidro, por 30 segundos e deixadas em repouso até atingirem a temperatura de 25 °C. A solução com cada farinha foi colocada no aparelho viscosímetro (Brookfield DV III Ultra), com spindle 10ASC4 – 31 e realizaram-se as análises em diferentes rotações: 50, 100 e 150 rotações por minuto (RPM).

4.3 ANÁLISES REOLÓGICAS DA MASSA DE PIZZA

4.3.1 Perfil de textura

O teste consistiu em duas compressões na amostra, em um movimento repetido, para imitar a ação da mandíbula. Inicialmente realizou-se a configuração do equipamento com os parâmetros adaptados para amostra proposta (Tabela 6), em seguida o equipamento realizou uma primeira compressão em amostra sem glúten pré-assada adquirida no comércio da cidade de Maringá/Paraná, com as mesmas características das formulações desenvolvidas conforme planejamento de misturas, para teste preliminar no equipamento, seguida por um período de

descanso e depois nova compressão. A partir da análise o equipamento gerou um gráfico de força *versus* tempo, no qual são calculados os parâmetros de textura conforme Figura 10 e a Tabela 5.

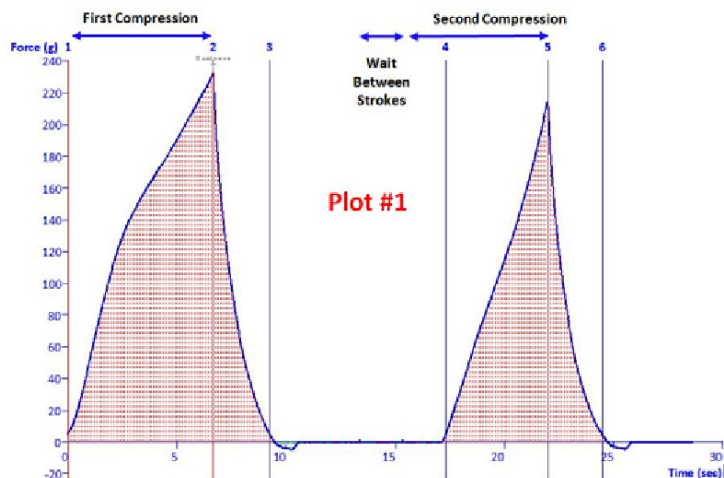


Figura 10 - Curva força versus tempo gerada pelo texturômetro, *Texture Profile Analysis* (TPA)
Fonte: gráfico obtido do equipamento *Texture Analyser TA HD plus*

Tabela 5 - Parâmetros utilizados para determinação do perfil de textura

Item	Valores	Unidades
Velocidade de pré-teste	1,00	mm s ⁻¹
Teste de velocidade	5,00	mm s ⁻¹
Velocidade de pós-teste	5,00	mm s ⁻¹
Modo de destino	Tensão	
Tensão	50,00	%
Tempo	5,00	S
Tipo de disparo	Auto (Força)	
Força de disparo	10,0	G
Modo Tara	Auto	
Opções avançadas	Ligado	

Fonte: dados obtidos do equipamento *Texture Analyser TA HD plus*, software *Exponent Lite*, versão 4.0.13.0

A massa de pizza foi congelada a -22 °C por sete dias, e posteriormente armazenada em refrigerador entre 2 a 8 °C por 12 horas para análise do perfil de textura. Com uma célula de 5 kg e o *probe* de 36 mm foi movido perpendicularmente sobre a amostra de pizza de 11 cm², sendo a área central da massa comprimida. Os parâmetros obtidos de firmeza, mastigabilidade, coesividade e elasticidade (Figura 8) foram gravados automaticamente,

juntamente com as curvas geradas durante o teste, em *software Exponent Lite*, versão 4.0.13.0 (2007).

Os parâmetros estudados para o perfil de textura das formulações estão definidos no Quadro 1.

Parâmetro	Definição	Determinação	Unidades
Dureza	Força para atingir certa deformação.	A força máxima durante o primeiro ciclo de compressão.	Newton (N)
Adesividade	Trabalho necessário para superar a força da atração entre a superfície do alimento e outras superfícies com os quais o alimento entra em contato.	Área negativa depois do primeiro ciclo de compressão. Ela representa o trabalho necessário na superfície que separa equipamento e amostra.	Joule (J)
Coesividade	É a extensão até ao qual o material pode ser distendido antes de romper irreversivelmente	Grau de deformação da amostra antes da pausa.	Adimensional
Flexibilidade	Capacidade de uma amostra deformar para recuperar a sua forma ou comprimento inicial depois da força ter impactado na amostra.		Adimensional
Gomosidade	Para desintegrar uma amostra alimentar semi-sólida a um estado a facilitar a sua ingestão.	Dureza do produto e coesividade	Newton (N)
Mastigabilidade	Força para mastigar os alimentos sólidos para um estado tal que permita sua admissão.	Produto da coesão e elasticidade	Newton (N)

Quadro 1 - Parâmetros de interesse no perfil de textura.
Fonte: González, Morelos e Correa (2015).

4.3.2 Teste de corte (*Cutting*)

Após armazenamento das massas a temperatura de $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 7 dias, as mesmas foram retiradas do congelador e acondicionadas em refrigerador a temperatura de $2\text{ a }8\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 12 horas para posterior análise de corte. As amostras foram submetidas ao teste de corte em texturômetro (*Texture Analyser TA HD plus*), na qual foi utilizado o *probe* corte. A massa da pizza isenta de glúten foi cortada de forma a medir a força máxima (N), média necessária para cortar a massa da pizza (altura máxima do pico).

Os parâmetros aplicados para as massas estão demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6 - Parâmetros aplicados na análise de corte da amostra

Item	Valores	Unidades
Modo de Teste	Compressão	
Velocidade de pré-teste	1,50	mm s ⁻¹
Teste de velocidade	2,00	mm s ⁻¹
Velocidade pós-teste	10,00	mm s ⁻¹
Modo de destino	Distância	
Distância	5,000	Mm
Tipo de disparo	Auto (Força)	
Força do disparo	25,0	G
Modo de quebra	Desligada	
Pare a ação em	Posição inicial	
Modo Tara	Auto	
Opções avançadas	Ligada	

Fonte: dados obtidos do equipamento *Texture Analyser TA HD plus software Exponent Lite*, versão 4.0.13.0

4.4 ANÁLISE SENSORIAL E COMITÊ DE ÉTICA

O teste de aceitação das amostras foi aplicado nas formulações constantes nos vértices do planejamento de misturas (100% Maca Peruana, Yacon e Inhame), ponto centróide (33% de Maca Peruana, Yacon e Inhame) e a amostra que demonstrou maior desejabilidade frente aos resultados obtidos nos parâmetros instrumentais (53% Yacon e 47% Inhame). O teste foi realizado conforme metodologia proposta por Villanueva, Petenate e

Silva (2005), avaliou os atributos cor, textura, sabor e impressão global, e foi solicitado aos provadores que sugerisse a aplicação da massa em pizza doce, salgada ou em ambas. Uma equipe de 102 provadores voluntários, não treinados, com idade acima de 18 anos de ambos os sexos, avaliaram as amostras através de uma escala hedônica não estruturada (APÊNDICE 1) de 10 pontos (0 = Desgostei extremamente a 10 = gostei extremamente). Sendo fornecido copo com água para o enxague bucal entre as avaliações. Além disso, aplicou-se um questionário para avaliar o perfil consumidor de produtos sem glúten (APÊNDICE 2).

O teste sensorial foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, conforme parecer número 1448067/2017.

4.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas foram realizadas conforme Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) preconiza as análises necessárias a fim de verificar as condições higiênico sanitárias da preparação de produtos alimentícios para o consumo humano, visando o monitoramento de Coliformes a 45 °C realizado conforme metodologia da AOAC 081001 (2012), *Estafilococcus* coagulase positiva conforme AOAC - 997.02 (2012), *Salmonella sp* conforme ISO - 6579 (2002) e *Bacillus cereus* conforme ISO 7932 (2004).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CARACTERIZAÇÃO DAS FARINHAS DE MACA PERUANA, YACON, INHAME E ARROZ

As farinhas de Maca peruana, Yacon, Inhame e Arroz (Tabela 7) atenderam ao preconizado pela legislação brasileira quanto ao limite máximo de 15% de umidade para farinhas, amido de cereais e farelos (BRASIL, 2005). Leonel, Mischán, Pinho, Iatauro, Duarte Filho (2006), relataram um teor de umidade de 6,2% no Inhame. Estudos realizados por Oliveira, Kolakowski, Simões, Los e Demiate (2017), avaliaram as características físico-químicas da farinha de Arroz, os quais obtiveram como resultado um teor de umidade de 9,9%, cinzas 0,4%, lipídios 0,6%, proteína 7,3% e carboidratos 81,8%, valores estes similares aos obtidos no presente estudo (Tabela 7).

O conteúdo de carboidratos totais foi o principal macronutriente, com aproximadamente 90% em todas às farinhas analisadas. A farinha de Yacon obteve menor teor de proteína bruta quando comparada as demais farinhas. O Yacon e Inhame apresentaram um elevado teor de cinzas, o que é um indicativo de alto aporte de minerais, como fósforo, potássio e ferro (Tabela 3). Estes resultados estão de acordo com Dini et al. (1994), Silva et al.(2018), Hsu et al.(2003), Gohara et al.(2013), que respectivamente, analisaram a Maca peruana, o Yacon, o Inhame e o Arroz.

O teor de lipídios das farinhas de Maca peruana e Yacon são mais elevados (Tabela 7) quando comparados com estudos realizados por Pereira, J., Barcelos, Pereira, M., Ferreira (2013), que determinaram a composição química da farinha de polpa de Yacon, obtidos da safra referente ao ano de 2008, tendo como resultado teor de umidade de 8,09%, lipídios, 0,89%, proteína 5,50% e cinzas 3,12%, sendo os demais valores similares ao do estudo.

Tabela 7 - Composição proximal, umidade, valor calórico, atividade de água, índices de absorção de água e solubilização de água, viscosidade e cor instrumental nas farinhas utilizadas nas massas de pizza sem glúten

Análises ^a	Farinhas			
	Maca	Yacon	Inhame	Arroz
Proteína bruta ^{b,c} (%)	6,60 ^c ±0,01	3,25 ^d ±0,08	8,29 ^a ±0,24	7,15 ^b ±0,16
Lipídios totais ^{b,c} (%)	1,83 ^a ±0,07	1,20 ^b ±0,03	0,42 ^c ±0,01	0,31 ^d ±0,01
Umidade ^{b,c} (%)	10,21 ^a ±0,08	9,04 ^b ±0,22	7,23 ^c ±0,10	11,69 ^a ±0,08
Cinzas ^{b,c} (%)	1,72 ^c ±0,08	5,28 ^a ±0,12	4,19 ^b ±0,04	0,70 ^d ±0,18
Carboidratos totais ^{b,c} (%)	89,85 ^a ±0,11	90,27 ^a ±0,12	87,10 ^a ±0,25	91,94 ^a ±2,94
Valor calórico ^{b,c} (kcal 100 g ⁻¹)	402,31 ^a ±0,22	384,85 ^b ±0,61	385,31 ^b ±0,15	370,66 ^c ±8,41
Atividade de água	0,66 ^a ±0,01	0,45 ^c ±0,04	0,66 ^a ±0,06	0,55 ^b ±0,01
Índices de absorção de água (IAA) e solubilização em água (ISA)				
IAA ^c (gel por grama de matéria seca)	3,27 ^d ±0,02	11,4 ^a ±0,21	5,32 ^b ±0,30	3,51 ^c ±0,08
ISA ^c (%)	11,8 ^c ±0,09	63,07 ^a ±1,61	29,78 ^b ±1,82	1,00 ^d ±0,10
Rotações por minuto (RPM)		Viscosidade (cP)		
50 ^d	5,40 ^a ±0,10	37,49 ^a ±0,42	33,89 ^a ±0,42	n.a.
100 ^d	5,25 ^a ±0,21	31,94 ^b ±0,21	26,24 ^b ±0,21	n.a.
150 ^d	5,20 ^a ±0,10	31,09 ^b ±0,14	22,90 ^c ±0,14	n.a.
Parâmetros da cor instrumental				
L* ^c	51,46 ^c ±0,42	31,89 ^d ±0,07	82,46 ^b ±0,24	85,82 ^a ±1,40
a* ^c	1,10 ^c ±0,03	4,81 ^a ±0,06	1,41 ^b ±0,10	- 0,68 ^d ±0,01
b* ^c	13,00 ^b ±0,13	13,72 ^a ±0,04	10,69 ^c ±0,20	3,98 ^d ±0,11

^a Valores médios obtidos para a análise em triplicata, desvio padrão (±). ^b Valores médios expressos em base seca.

^c Letras diferentes para as linhas indicam que há diferença significativa entre as amostras (p<0,05). ^d Letras diferentes para as colunas indicam que há diferença significativa entre as amostras (p<0,05).

n.a.: não analisada, por ser uma constante no planejamento de misturas.

Fonte: próprio autor.

O parâmetro atividade de água demonstrou uma baixa susceptibilidade de desenvolvimento de micro-organismos, com destaque para as farinhas de Yacon e Arroz, que apresentaram valor inferior a 0,60 (Tabela 7) (FENNEMA; DAMADORAN; PARKIN, 2010).

O índice de absorção de água é um parâmetro que está relacionado com a viscosidade da pasta e é definido como a quantidade de água necessária durante uma mistura para obter a consistência esperada. A variação pode ocorrer com relação ao tipo da farinha e/ou aplicação. Uma farinha com maior absorção de água é requerida em produtos com maior volume de massa, para favorecer a fermentação. Esse fator poderá contribuir no sabor e maciez (FU; WANG; DUPUIS, 2017). O índice de solubilização em água (ISA) avalia o grau de degradação dos grânulos de amido (TROMBINI; LEONEL; MISCHAN, 2013). Assim, as

farinhas de Yacon e Inhame obtiveram maiores IAA e ISA, o que corrobora com a maior viscosidade analisada em diferentes rotações por minuto, nestas amostras.

A viscosidade é um parâmetro que está diretamente relacionado à capacidade do amido em absorver moléculas de água, e por consequência o grau de intumescimento dos grânulos de amido no aquecimento (FENNEMA; DAMADORAN; PARKIN, 2010). No presente estudo foi evidenciada uma significativa absorção e solubilização de moléculas de água, nas amostras de Yacon e Inhame, devido à presença de grânulos com elevada capacidade de intumescimento, o que evidenciou elevados picos de viscosidade (Tabela 7). Hsu et al. (2003), ao estudarem diferentes métodos de secagem da farinha de Inhame verificaram valores semelhantes de índice de absorção de água.

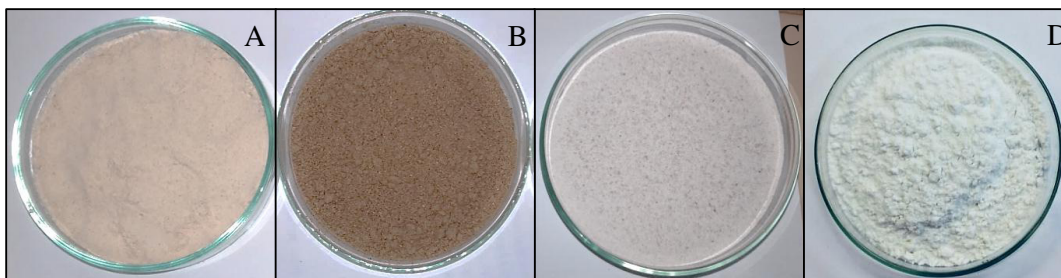


Figura 11 - Foto representativa das farinhas utilizadas na elaboração das formulações (A) Maca peruana, (B) Yacon, (C) Inhame e (D) Arroz.
Fonte: próprio autor.

Na cor instrumental as farinhas de Arroz e Inhame obtiveram maior intensidade de brilho e tenderam ao branco (L^*), com um tom levemente amarelo para a última (b^*), possivelmente devido ao conteúdo de minerais superior ao da farinha de Arroz. A Maca peruana apresentou uma luminosidade intermediária, com uma tendência ao amarelo, influenciado pelo maior teor de lipídios totais. No caso do Yacon foi verificada uma cor mais escura, opaca (L^*) e que tendeu ao vermelho (a^* ; Tabela 7). Os parâmetros instrumentais que predispõe uma taxa de coloração às amostras foram muito semelhantes ao aspecto visual obtido através das imagens das farinhas (Figura 11). Trabalhos realizados por Hsu et al. (2003), é possível verificar um perfil muito próximo ao analisado no Inhame. Segundo Kim e Kim (2017), na farinha de Trigo comercial a cor apresentou luminosidade de 93,4; a^* de 0,31 e b^* 7,68, ao comparar esses dados verifica-se que a farinha de Arroz possui um padrão muito

próximo à farinha de Trigo, isso é vantagem que poderá impactar no aspecto final do produto, ao serem incorporadas outras farinhas.

5.2 ANÁLISE DO PLANEJAMENTO DE MISTURAS APLICADO NO ENRIQUECIMENTO DAS MASSAS DE PIZZA SEM GLÚTEN

As condições do planejamento de misturas (Tabela 4) consistiram na realização de duas repetições autênticas, em cada ponto experimental, adicionado do ponto centroide, sendo feitas análises em quintuplicata. As respostas para aferir a qualidade e assim selecionar as formulações promissoras, no desenvolvimento e processamento da massa de pizza sem glúten foram: adesividade, coesividade, dureza, firmeza ao corte, flexibilidade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência.

Os parâmetros adesividade, coesividade flexibilidade e firmeza ao corte apresentaram nesta ordem, 0,20, 0,29, 0,27 e 0,12, valores de coeficiente de determinação (R^2). O valor mínimo do coeficiente de determinação a ser considerado, na condição, em que $n=10$ é o número de pontos experimentais e $k=3$ é o número de variáveis, para o planejamento de misturas, o R^2 aceitável ao nível de significância de 5% precisa ser igual ou superior a 0,7040 (MONTGOMERY; PECK; VINING, 2006). O que significa pressupor que para estas respostas, não há uma boa explicação dos modelos, mesmo estes tendo sido significativos e/ou sem falta de ajuste.

O modelo cúbico foi o modelo que melhor ajustou os dados encontrados para a dureza, gomosidade e resiliência (Tabela 8). Os resíduos apresentaram distribuição aleatória, normalidade e homogeneidade na variância. Não houve falta de ajuste nestas respostas. Ao analisar a diferença entre o $R^2_{\text{calculado}}$ e o R^2_{ajustado} foi possível verificar uma boa correlação entre os valores previstos pelos valores observados nos modelos. Devido ao valor do $R^2_{\text{calculado}}$, que no presente estudo explica 85% dos fenômenos ocorridos no parâmetro dureza e até 95% no caso da resiliência para a faixa investigada (Tabela 8).

Os coeficientes de regressão e os respectivos intervalos de confiança estão listados na Tabela 8. Os efeitos principais dos componentes (x'_1 , x'_2 e x'_3) podem ser obtidos através da multiplicação por dois dos respectivos coeficientes de regressão. As interações binárias: $x'_1x'_3$ ($x'_1x'_3$) da dureza e $x'_1x'_2$ da resiliência foram não significativas e retirados sem comprometer o modelo.

Tabela 8 - Resultados da ANOVA, coeficientes de regressão, p-valor, intervalo de confiança, somatório quadrático e coeficiente de determinação das respostas dureza, gomosidade e resiliência do planejamento de misturas com três componentes, na massa de pizza sem glúten

(continua)

Coeficientes de regressão <i>Intervalo de confiança dos coeficientes de regressão</i>	Dureza			Gomosidade			Resiliência		
	GL	Coeficientes	p-valor	GL	Coeficientes	p-valor	GL	Coeficientes	p-valor
x'_1	1	64413	0,0000	1	46056	0,0000	1	0,4069	0,0000
-95%*		59022			43303			0,39499	
95%*		69803			48810			0,418766	
x'_2	1	8796	0,0017	1	5410	0,0002	1	0,2318	0,0000
-95%*		3406			2656			0,21989	
95%*		14187			8164			0,243666	
x'_3	1	69092	0,0000	1	56161	0,0000	1	0,5518	0,0000
-95%*		63828			53408			0,53879	
95%*		74356			58915			0,564905	
$x'_1x'_2$	1	-86095	0,0000	1	-63030	0,0000	-	-	-
-95%*		-112592			-76532			-	
95%*		-59598			-49527			-	
$x'_1x'_3$	1	-46746	0,0007	1	-25711	0,0003	1	-0,1359	0,0000
-95%*		-73344			-39213			-0,19905	
95%*		-20147			-12209			-0,072715	
$x'_2x'_3$	1	-56504	0,0001	1	-59023	0,0000	1	-0,2593	0,0000
-95%*		-83102			-72525			-0,32245	
95%*		-29906			-45521			-0,196115	

Tabela 8 - Resultados da ANOVA, coeficientes de regressão, p-valor, intervalo de confiança, somatório quadrático e coeficiente de determinação das respostas dureza, gomosidade e resiliência do planejamento de misturas com três componentes, na massa de pizza sem glúten (conclusão)

Coeficientes de regressão <i>Intervalo de confiança dos coeficientes de regressão</i>	Dureza			Gomosidade			Resiliência		
	GL	Coeficientes	p-valor	GL	Coeficientes	p-valor	GL	Coeficientes	p-valor
$x'_1x'_2x'_3$	1	-311627	0,0006	1	-205009	0,0000	1	-0,5891	0,0030
-95%*		-486311			-293571			-0,97311	
95%*		-136942			-116446			-0,205035	
$x'_1x'_2(x'_1x'_2)$	1	-116690	0,0032	1	-58351	0,0114	1	-0,8553	0,0000
-95%*		-193310			-103205			-1,06771	
95%*		-40070			-13496			-0,642813	
$x'_1x'_3(x'_1x'_3)$	-	-	-	1	-153668	0,0000	1	0,5147	0,0000
-95%*		-			-198523			0,30309	
95%*		-			-108814			0,726367	
Falta de ajuste	2	2,7143E+08 (SQ)	0,1650	1	3,8232E+07 (SQ)	0,1606	2	1,2330E-03 (SQ)	0,2441
Erro puro	90	6,6439E+09 (SQ)	-	90	1,7194E+09 (SQ)	-	90	3,8743E-02 (SQ)	-
Total ajustado	99	5,2890E+10 (SQ)	-	99	3,5445E+10 (SQ)	-	99	7,2587E-01 (SQ)	-
Modelo aplicado	7	4,5975E+10 (SQ)	0,0000	8	3,3687E+10 (SQ)	0,0000	7	6,8589E-01 (SQ)	0,0000
Teste F (modelo)		87,3777			218,0184			225,4961	
Teste F (falta de ajuste)		1,8385			2,0012			1,4326	
R ²		0,8693			0,9504			0,9449	
R ² _{ajustado}		0,8593			0,9461			0,9407	

Componentes – x'_1 : farinha de Maca peruana; x'_2 : farinha de Yacon; x'_3 : farinha de Inhame. *Intervalo de confiança: -95% e +95%. GL: graus de liberdade. SQ: somatório quadrático. R²: coeficiente de determinação.

Fonte: próprio autor.

As farinhas de Inhame e Maca peruana apresentaram a maior contribuição, respectivamente, nas respostas de dureza, gomosidade e resiliência. Isso foi devido às características dessas farinhas que possuíram menores índices de absorção de água e solubilização de água, assim como as massas de pizzas que obtiveram os maiores valores nas formulações com 100% Maca peruana (F1) e Inhame (F3), conforme o planejamento de misturas (Tabela 9).

O efeito da interação entre às três farinhas foi negativo em todos os modelos. Este resultado evidencia a necessidade de mistura entre os três componentes para obter uma melhor característica física que poderá influenciar diretamente em outras respostas como na aceitação sensorial do produto (Tabela 8).

Tabela 9 - Médias dos pontos experimentais (valores observados) e os valores previstos pelo modelo

Formulações	Dureza		Gomosidade		Resiliência	
	Observado ^a	Previsto ^b	Observado ^a	Previsto ^b	Observado ^a	Previsto ^b
F1	64275,15	64412,63	45919,51	46056,41	0,41	0,41
F2	8658,80	8796,28	5273,15	5410,05	0,24	0,23
F3	70200,51	69091,83	56024,59	56161,49	0,55	0,55
F4	14805,82	15080,77	9702,06	9975,86	0,31	0,32
F5	56037,00	55065,80	44407,33	44681,13	0,45	0,45
F6	25789,28	24818,08	15756,30	16030,10	0,33	0,33
F7	26918,56	27339,86	14712,70	13891,30	0,35	0,35
F8	11262,76	11684,06	6634,10	5812,71	0,32	0,32
F9	34468,39	38628,14	40415,09	39593,70	0,39	0,39
F10	17354,77	14853,59	10632,81	11864,90	0,34	0,33

^aValores provenientes da média geral de cada ponto experimental, em que foram feitas duas repetições autênticas e cinco replicatas de cada análise, n=10. ^bValores previstos pelos modelos.

Fonte: próprio autor.

5.5 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS MASSAS DE PIZZA SEM GLÚTEN

O parâmetro adesividade está relacionado ao trabalho necessário para ultrapassar as forças entre o material e a superfície da sonda. É dada pelo valor da área correspondente a força negativa (GONZÁLEZ; MORELOS; CORREA, 2015).

Os resultados obtidos definem uma maior adesividade (Tabela 10) em amostras que contém em sua composição Yacon e Inhame, o que pode ter sido ocasionado pela perda de exsudado, concomitante maior perda de água observada nas amostras após descongelamento. Isso é devido a maior viscosidade das farinhas de Yacon e Inhame (Tabela 7). Adicionalmente, o valor da atividade de água destas formulações encontra-se na faixa de 0,860 a 1,00, o que indica uma maior quantidade de água livre na amostra, a qual também pode influenciar na textura do alimento (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2010; PRADO-FILHO, 1994).

Tabela 10 - Resultados do teste de Tukey aplicado aos parâmetros de textura instrumental no planejamento de mistura ternário em massa de pizza sem glúten

Formulações	Adesividade (g s ⁻¹)	Coesividade	Firmeza ao corte (Kg F ⁻¹)	Flexibilidade (J)	Mastigabilidade (N)
F1	-51,94 ^b ±4,71	0,68 ^b ±0,01	5,95 ^a ±0,29	0,86 ^{bc} ±0,04	42760,36 ^a ±2956,27
F2	-107,52 ^c ±4,82	0,60 ^c ±0,02	1,39 ^f ±0,08	0,77 ^d ±0,05	4864,61 ^f ±416,09
F3	-96,02 ^c ±13,62	0,77 ^a ±0,02	6,10 ^a ±0,20	0,87 ^{ab} ±0,03	47872,82 ^a ±3175,84
F4	-6,44 ^a ±0,46	0,64 ^d ±0,01	2,12 ^e ±0,13	0,90 ^{abc} ±0,04	9156,75 ^{def} ±687,59
F5	-11,66 ^a ±1,23	0,72 ^b ±0,02	5,06 ^b ±0,28	0,86 ^c ±0,04	37888,69 ^b ±2418,25
F6	-108,23 ^c ±11,46	0,62 ^e ±0,01	2,30 ^e ±0,17	0,86 ^{bc} ±0,04	12998,05 ^{cd} ±1123,09
F7	-100,57 ^c ±9,69	0,66 ^c ±0,01	3,53 ^d ±0,19	0,88 ^{abc} ±0,04	14237,47 ^{cde} ±975,98
F8	-108,93 ^c ±7,93	0,62 ^e ±0,01	1,48 ^f ±0,11	0,91 ^a ±0,05	6681,83 ^{ef} ±454,35
F9	-45,79 ^b ±4,76	0,66 ^c ±0,01	3,98 ^c ±0,35	0,90 ^{abc} ±0,02	21340,90 ^c ±2505,80
F10	-20,04 ^a ±1,43	0,64 ^d ±0,01	2,32 ^e ±0,12	0,88 ^{abc} ±0,04	9907,35 ^d ±610,66

^a x₁: Farinha de Maca peruana; x₂: farinha de Yacon; x₃: farinha de Inhame. Letras iguais na mesma coluna, não diferiram pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% (p<0,05). Para cada fração da matriz foram realizadas duas repetições autênticas, com cinco avaliações em cada parâmetro, n=10.

Fonte: próprio autor.

A coesividade é a extensão na qual um material poderá ser deformado antes que ele se rompa. Quanto menor a coesividade menor a força necessária para esticar o alimento para que este seja rompido (SZCZESNIAK, 2002). As amostras com maior coesividade foram as que continham Inhame e Maca peruana em sua composição, sendo estas massas mais consistentes. Natal, Dantas, Vidigal, Ribeiro, Piovesan, Martino e Dias (2014), realizaram a fortificação de massa de pizza com farinha de Soja integral, e avaliaram o perfil de textura desta, sendo que, os resultados obtidos nos parâmetros: firmeza, gomosidade, mastigabilidade

e elasticidade da massa de pizza sofreu alteração, enquanto que a coesividade não resultou em modificações na massa, quando comparadas com a massa padrão com farinha de Trigo. A mudança na textura era esperada pelo fato de a farinha de Soja ter pouco teor de amido e ausência da proteína do glúten, quando relacionada à farinha de Trigo.

A firmeza no corte foi maior nas massas que continham maior proporção de Maca peruana e Inhamé (Tabela 10). Isso pode ser atribuído ao índice de absorção de água destas farinhas que são menores quando comparada com a farinha de Yacon, o que pode influenciar na estrutura final da massa, o que irá resultar uma massa com maior firmeza e compacta. Mancebo et al.(2015), verificaram que com a adição do amido de milho a firmeza aumentou, em formulação de pão com farinha de Arroz, amido de Milho e amido de Trigo.

A flexibilidade das amostras está relacionada à capacidade de uma amostra deformar para recuperar a sua forma ou comprimento inicial depois do impacto na amostra (GONZÁLEZ; MORELOS; CORREA, 2015). Os resultados obtidos demonstraram pouca diferença no parâmetro de flexibilidade entre as massas de pizza, tendo uma boa flexibilidade. Estudo sobre a substituição de farinha de Trigo por farelo de Arroz desengordurado em pães indicou maior flexibilidade do que pães estabilizados de outras formas, o que representa uma alternativa de uso em panificação (PAZ; MARQUES; SCHUMANN, 2015).

Tabela 11 - Características das formulações desenvolvidas no planejamento de misturas

Formulações	Diâmetro (cm)	Espessura (cm)	Massa (g)
F1	29,0	0,6	371,53
F2	29,0	0,9	329,63
F3	28,5	0,5	363,90
F4	29,0	0,7	351,25
F5	29,0	0,5	356,80
F6	29,5	0,5	336,03
F7	29,5	0,5	368,90
F8	29,5	0,8	336,34
F9	28,5	0,5	356,91
F10	29,5	0,8	337,12

^a Formulações obtidas a partir do planejamento experimental de misturas.

Fonte: próprio autor.

Os atributos crocância e maciez dos produtos estão diretamente relacionados à temperatura de cozimento e ao teor de água. Em alimentos com alto conteúdo de água, os grânulos de amido presente irão absorver com maior facilidade às moléculas de água. O uso do aquecimento rápido e com um alto teor de água no processamento requerem mais energia

para fratura do que os aquecidos lentamente com alto teor de água (THORVALDSSON; STADING; NILSSON; KIDMAN; LANGTON, 1999). Diante das características encontradas houve uma boa interação entre os ingredientes na formação de uma massa homogênea, crocante e formato para massa de pizza.

Pontual e colaboradores (2017), ao fazerem um levantamento das percepções sensoriais sobre a crosta da pizza, em estudo estratificado entre indivíduos celíacos e não celíacos (dois grupos), perceberam que a preferência de ambos os consumidores é por uma massa de pizza sem glúten com espessura fina. No presente estudo as dimensões de 28,5 a 29,5 cm para o diâmetro, a espessura foi de 0,5 a 0,9 cm e as massas das pizzas foram de 320 a 370 g após a pré-cozão (Tabela 11, Figura 12).

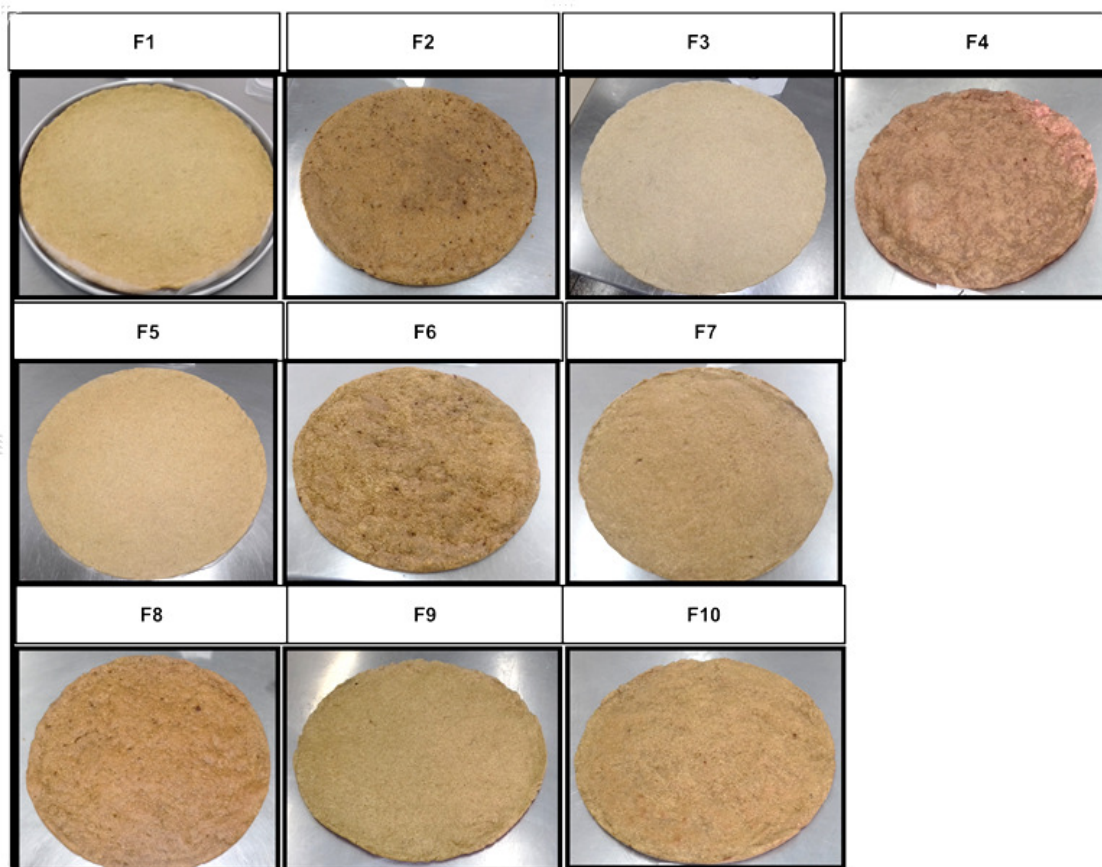


Figura 12 - Fotos representativas de cada formulação obtida através do planejamento de misturas da massa de pizza pré-assada.

Fonte: próprio autor.

Ao analisar a Figura 11 e os parâmetros de cor instrumental das massas de pizza pré-assadas (Tabela 12) é possível verificar as diferenças na coloração devido à influência das farinhas (Tabela 7). A farinha de Maca peruana apresentou uma cor que tendeu ao amarelo, enquanto que o Inhame um amarelo claro e o Yacon ao vermelho (Figura 11).

As formulações 1(100% Maca peruana), 3 (100% Inhame), e 5 (50% Maca e 50% Inhame), demonstraram uma maior tendência à luminosidade e brilho, o que significa à cor branca. A formulação 2 foi a que apresentou menor tendência ao branco, devido a presença da farinha de Yacon (100% na mistura, Tabela 7), que teve como resultado uma baixa tendência a cor branca e brilho (Tabela 12). As demais massas tenderam a ser mais escuras e opacas, conforme o aumento de Yacon nas misturas (Tabela 12, Figura 12).

O parâmetro a* tendeu a um vermelho com maior intensidade nos experimentos 2 (100% Yacon), 4 (50% Maca peruana e 50% Yacon), 6 (50% Yacon: 50% Inhame) e 8 com maior teor de Yacon (66,6%). As misturas 1 (100% Maca peruana), 3 (100% Inhame), 5 (50% Maca peruana e 50% Inhame), 7 (66,6% Maca peruana, 16,6% Yacon e 16,6% Inhame) e 9 (16,6% Maca peruana, 16,6% Yacon e 66,6% Inhame), tiveram comportamento muito próximo às farinhas de Maca peruana e Inhame, com característica de um vermelho menos intenso (Tabelas 7 e 12). O termo b* tendeu para um amarelo escuro nas amostras 1 (100% Maca peruana), 5 (50% Maca Peruana e 50% Inhame), 7 (66,6% Maca peruana, 16,6% Yacon e 16,6% Inhame) e 10 (33,3% Maca peruana, Yacon e Inhame, respectivamente) (Tabela 12), possivelmente devido à contribuição da cor da farinha de Maca peruana e Arroz que obteve uma tendência semelhante (Tabela 7). Na Figura 11 é possível perceber uma similaridade na coloração dessas massas influenciadas pelas cores das farinhas utilizadas no desenvolvimento das formulações (Figuras 11 e 12).

Tabela 12 - Parâmetros da cor instrumental nas massas de pizza sem glúten pré-assadas

Formulações	L*	a*	b*
F1	65,89 ^b ±0,38	4,03 ^e ±0,15	37,11 ^a ±0,52
F2	37,86 ^g ±0,94	9,98 ^a ±0,02	23,14 ^g ±0,88
F3	69,11 ^a ±0,37	2,50 ^f ±0,24	25,29 ^f ±0,38
F4	44,65 ^c ±1,43	8,36 ^b ±0,19	29,28 ^{cd} ±0,94
F5	69,04 ^a ±0,50	2,37 ^f ±0,07	30,49 ^{bc} ±0,43
F6	43,60 ^e ±0,34	8,28 ^b ±0,16	28,00 ^{de} ±0,43
F7	53,39 ^c ±0,86	6,34 ^d ±0,20	31,47 ^b ±0,49
F8	41,05 ^f ±0,48	10,36 ^a ±0,20	26,91 ^{ef} ±1,00
F9	51,15 ^d ±0,58	3,89 ^e ±0,12	19,67 ^h ±0,05
F10	49,26 ^d ±0,59	7,67 ^c ±0,27	31,20 ^{bc} ±0,93

^a Valores médios obtidos de análise em triplicata ± desvio padrão.

^b Letras diferentes para as linhas indicam que há diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Fonte: próprio autor.

5.6 ANÁLISE DA FUNÇÃO DESEJABILIDADE

Na obtenção da formulação ótima foram consideradas às respostas obtidas através dos modelos: dureza (A), resiliência (B) e gomosidade (C) das formulações. Os valores desejáveis foram determinados para cada uma das três respostas, com o alvo em uma formulação ótima que apresentasse uma menor dureza e gomosidade, enquanto obtivesse uma alta resiliência no produto final. Os gráficos obtidos no grupo D (desejabilidade) demonstram as tendências ou projeções matemáticas dos fatores utilizados, no qual a linha horizontal azul representa o valor ótimo e a linha vertical vermelha com quais concentrações de Maca peruana, Yacon e Inhame se obtêm a melhor resposta (Figura 13).

Os resultados da função desejabilidade evidenciaram uma formulação com a composição de 0% da farinha de Maca peruana, 53% de farinha de Yacon e 47% de farinha de Inhame, para obter uma formulação com pouca dureza e gomosidade, com alta resiliência mediante os parâmetros instrumentais estudados.

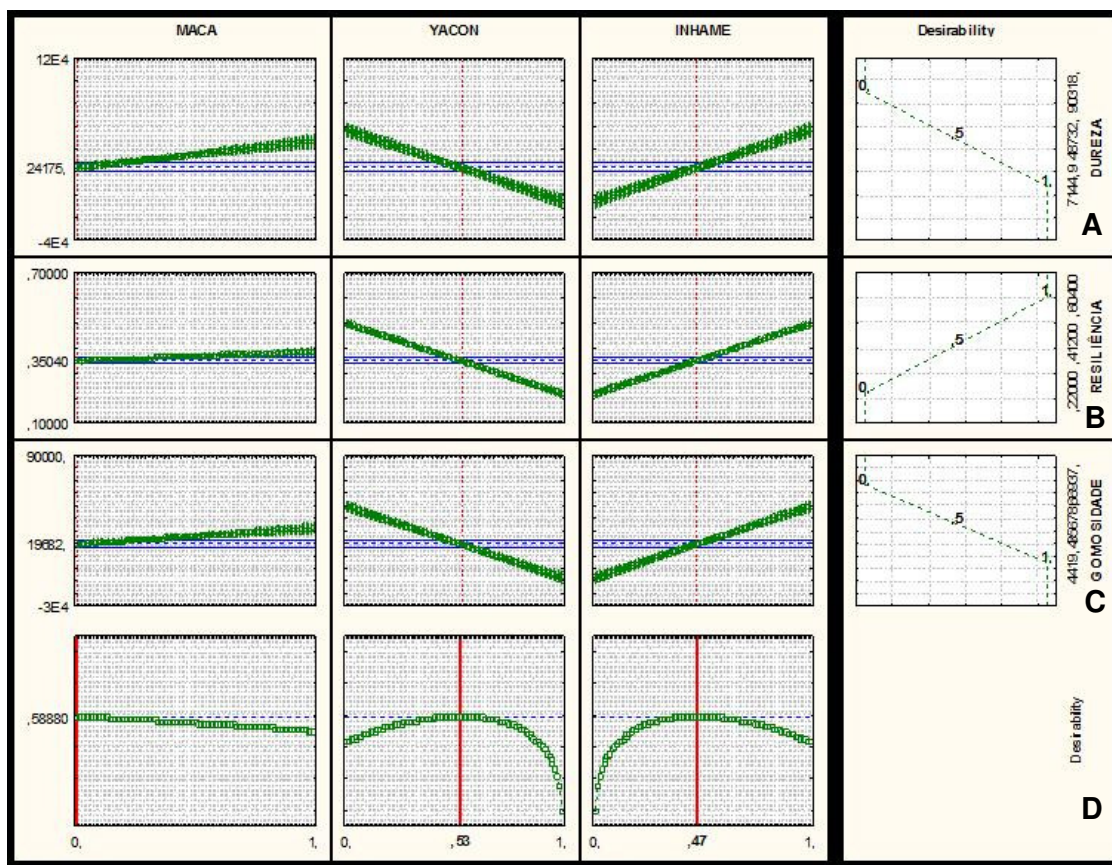


Figura 13 - Gráfico da resposta da função de desejabilidade no planejamento de misturas da massa de pizza sem glúten. (A) dureza, (B) resiliência, (C) gomosidade e (D) resposta da função de desejabilidade. Fonte: próprio autor.

5.7 COMPOSIÇÃO PROXIMAL, UMIDADE, ATIVIDADE DE ÁGUA E ANÁLISE SENSORIAL DAS PRINCIPAIS FORMULAÇÕES DAS MASSAS DE PIZZA SEM GLÚTEN

A composição proximal das formulações de massa de pizza sem glúten (Tabela 13), vértices (1, 2 e 3), ponto centroide (10) e ótima (considerada a formulação 6), apresentaram influência direta do conteúdo desses macronutrientes oriundos das farinhas de Maca peruana, Yacon e Inhame (Tabela 7). A massa de pizza com 50% de farinha de Yacon e Inhame (F6) obteve um bom aporte proteico (segundo maior conteúdo), elevado teor de cinzas, sendo que esta análise reflete diretamente no conteúdo de minerais totais no produto; teor de lipídios totais intermediário, o que possibilitou obter um produto com teor calórico médio,

considerado baixo, mesmo com o maior valor de carboidratos totais. Martínez, Marin, Faller, Revo, Penci e Ribotta (2012) e El-Beltagi, El-Senousi, Ali e Omran (2017), obtiveram como resultado da composição proximal de pizza de Trigo o valor calórico de 414,94 kcal 100 g⁻¹, teor de cinzas de 0,80%, gorduras de 3,62% e proteína 11,40%. A menor umidade correlacionou com uma menor atividade de água, o que favorece o menor risco de desenvolvimento de micro-organismos, em especial neste caso do grupo de bactérias devido à faixa observada.

Tabela 13 - Composição proximal, umidade, valor calórico e atividade de água dos vértices, ponto centroide e ótimo das massas de pizza sem glúten

	F1	F2	F3	F6	F10
Proteína bruta	7,30 ^a ±0,16	6,67 ^c ±0,08	6,37 ^d ±0,12	6,81 ^b ±0,06	6,95 ^b ±0,07
Umidade	33,51 ^b ±0,02	31,77 ^c ±0,10	33,89 ^a ±0,08	30,08 ^c ±0,10	31,35 ^d ±0,11
Cinzas	2,18 ^d ±0,01	3,04 ^b ±0,03	3,19 ^a ±0,06	3,14 ^a ±0,02	2,69 ^c ±0,03
Lipídios	6,40 ^b ±0,13	5,35 ^c ±0,35	5,65 ^c ±0,17	5,74 ^c ±0,49	9,27 ^a ±0,46
Carboidratos totais	50,61 ^c ±0,20	53,18 ^b ±0,37	50,91 ^c ±0,23	54,24 ^a ±0,50	49,75 ^c ±0,48
Valor calórico (kcal 100 g ⁻¹)	289,18 ^b ±0,28	287,50 ^b ±0,51	279,96 ^c ±0,31	295,8 ^b ±0,70	310,22 ^a ±0,67
Atividade de água	0,95 ^a ±0,03	0,89 ^{ab} ±0,04	0,94 ^a ±0,04	0,89 ^b ±0,01	0,94 ^a ±0,03

^a Valores médios obtidos de análise em triplicata ± desvio padrão.

^b Letras diferentes para as linhas indicam que há diferença significativa entre as amostras (p<0,05).

Fonte: próprio autor.

Natal, Dantas, Vidigal, Ribeiro, Piovesan, Martino, Dias (2014), ao incorporar a farinha de Soja integral em massa de pizza, obtiveram teores de umidade de 19 a 20%, lipídios totais variaram de 9,2 a 22% e a proteína bruta entre 9,7 a 27%. O uso de outras fontes farináceas distintas do Trigo pode aumentar substancialmente o valor nutricional de alimentos tradicionalmente consumidos.

No trabalho realizado por Pinho, Machado e Furlong (2001) ao avaliar as propriedades físico-químicas de três marcas comerciais de massas de pizza semiprontas, o resultado foi uma média de umidade de 29%, cinzas na ordem de 2,2%, a proteína bruta variou de 5,7 a 8,9% e total de carboidratos foi de 58%.

A análise sensorial foi realizada com 102 provadores, destes, 53% com idade entre 21 a 30 anos e 59% correspondiam a pessoas do sexo feminino. Um total de 52% dos provadores consumiram produtos sem glúten, sendo que destes, a maioria relatou consumir com frequência mensal. A incidência de portadores da doença celíaca entre o grupo foi de 1%. Os julgadores que relataram possuir a intenção de consumo de produtos que contenham as farinhas de Maca peruana, Yacon e/ou Inhame foi de aproximadamente 85%, segundo estes por acreditarem nas alegações científicas do benefício à saúde, ao ingerir estes ingredientes em formulações de produtos sem glúten.

Tabela 14 - Resultados da análise sensorial dos vértices, ponto centroe e ótimo das massas de pizza sem glúten

Atributos	F1	F2	F3	F6	F10
Cor	6,8 ^a ±1,92	5,7 ^b ±2,31	5,6 ^b ±2,17	5,7 ^b ±1,90	6,3 ^a ±1,78
Textura	6,5 ^a ± 1,97	6,2 ^a ±2,19	5,0 ^b ±2,31	6,5 ^a ±1,70	6,5 ^a ±2,03
Sabor	6,0 ^b ±2,33	6,4 ^{ab} ±2,38	5,8 ^b ±2,61	7,0 ^a ±1,65	6,6 ^{ab} ±2,12
Impressão global	6,3 ^a ±1,88	6,2 ^a ±2,00	5,5 ^b ±2,17	6,5 ^a ±1,43	6,6 ^a ±1,84

^a Letras diferentes para as linhas indicam que há diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

Fonte: próprio autor.

A cor da formulação contendo Maca peruana (F1) na composição foi a que obteve maior aceitação, esse fato pode ser explicado por esta amostra ter maior similaridade com massa de pizza que possui glúten, em geral consumida pelos provadores, os quais não estão habituados a consumir pizza sem glúten. Além disso, a cor da formulação contendo Inhame resultou em menor média, que conforme a Tabela 12 e Figura 12, a amostra que contém apenas farinha de Inhame (F3) na composição apresentou uma coloração próxima ao branco. Essa característica representa um produto de aspecto pálido quando comparado a uma massa de pizza tradicionalmente servida em pizzarias, com farinha de Trigo (presença de glúten).

Quanto à formulação que continha somente farinha de Yacon (F2), também obteve valor médio menor, fato este justificado por essa farinha possuir uma coloração que tendeu ao marrom (Tabela 14). Esta cor é considerada muito diferente à massa convencional, com farinha de Trigo. Russo, Sostisso, Pasqual, Novello, Dalla Santa e Batista (2012) obtiveram uma maior aceitação no parâmetro cor das formulações de pizza com farinha de Trigo.

Quanto à textura das formulações, verifica-se que apenas a formulação contendo Inhame (F3) em sua composição obteve uma avaliação menos aceitável quando comparada

com as demais, justifica-se este fato por esta formulação ser uma amostra mais compacta com maior coesividade e maior firmeza ao corte, conforme as Tabelas 9 e 10. Os resultados da avaliação sensorial expressaram uma maior aceitação de sabor da formulação com Yacon e Inhame (50:50, F6), em que esta foi a formulação ótima através da função de desejabilidade. Assim, os resultados obtidos nos parâmetros instrumentais de textura estão de acordo com a formulação de maior aceitabilidade sensorial (Tabela 14).

Os provadores avaliaram o consumo das massas em pizzas com cobertura doce, salgado ou em ambas as situações. As formulações 1 (100% Maca peruana), 3(100% Inhame), 6 (50% Yacon e 50% Inhame) e 10 (33% Maca peruana, Yacon e Inhame, respectivamente) foram indicadas para uso de coberturas dos tipos: doce e salgada. Contudo, a formulação contendo apenas Yacon (F2) em sua composição foi elencada para ser utilizada em pizza com sabor doce. Isso pode ser explicado devido ao seu sabor adocicado, que é relacionado ao alto conteúdo de frutooligossarídeos (PASSO; PARK, 2003).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de farinhas alternativas sem glúten (Maca peruana, Yacon e Inhame) contribuiu para um bom aporte proteico, elevado teor de cinzas e teor de lipídios totais intermediário nas formulações. A farinha de Yacon quando comparada com a farinha sem glúten convencionalmente utilizada (farinha de Arroz) possui teor de cinzas significativamente mais elevado, sendo este 7 (sete) vezes maior, o que representa um maior aporte de minerais nesta farinha. Já o teor de lipídios obtido para a farinha de Maca peruana representou um conteúdo 6 (seis) vezes maior quando comparada a farinha de Arroz, podendo representar maior conteúdo de ácidos graxos essenciais nesta farinha, sendo assim, as farinhas utilizadas no planejamento de misturas possuem maior aporte nutricional, elevando assim o conteúdo de nutrientes nas formulações desenvolvidas, corroborando com os resultados obtidos por Torbica; Hadna e Dap (2012) para farinha de arroz, que determinaram conteúdo de cinzas 0,26% e gorduras 0,44%.

As farinhas de Inhame e Maca peruana contribuíram para as melhores respostas de dureza, gomosidade e resiliência nas formulações. O efeito de interação entre as três farinhas foi negativo em todos os modelos, destacando assim a necessidade de mistura entre os três componentes para melhores características físicas as quais poderão influenciar em outras respostas das formulações, por exemplo: aceitação sensorial do produto.

Conforme a avaliação sensorial obteve-se uma maior aceitação de sabor a formulação considerada ótima (50% Yacon e 50% Inhame, F6) através da função desejabilidade, sendo assim os parâmetros instrumentais de textura estão de acordo com a formulação com maior aceitação. Os produtos disponibilizados para os provadores na análise sensorial encontraram-se em condições higiênico-sanitárias satisfatórias para o consumo humano.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Um dos pontos a serem melhorados no presente estudo seria a realização de novos testes para determinação de formulações com menores respostas de firmeza ao corte e coesividade, utilizando as farinhas com menor absorção de água, para que se tenha uma maior facilidade no molde da formulação, bem como, uma melhor resposta de mastigabilidade. Além disso, utilizar outras farinhas alternativas para elaboração de massa de pizza sem glúten.

Sugere-se também uma análise de vida de prateleira da formulação considerada ótima, a fim de verificar o prazo de validade que poderá ser estipulado para futura venda ao comércio do ramo alimentício e análises físico-químicas como teor de fibras, volume específico, viscosidade, minerais e teor de amido.

Futuros estudos poderão ser direcionados para avaliação das formulações utilizadas na análise sensorial, a fim de verificar se existe diferença significativa destas, quando adicionadas de um recheio base (molho, queijo e tomate), bem como realizar a análise sensorial das mesmas com pessoas portadoras da doença celíaca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACELBRA. Associação dos Celíacos do Brasil. **Pesquisa de produtos sem glúten solicitados pelos celíacos**. Brasília, DF, 2004.

AFONSO, D.; JORGE, R.; MOREIRA, A.C. Gluten And gluten-free products – price difference. **Acta Portuguesa de Nutrição**, Lisboa, v. 4, p.10-16, 2016.

AKINOSO, R.; OLATOYE, K.K. Energy utilization and conservation in instant pounded yam flour production. **International Food Research Journal**, Nigeria, v. 20, n.2, p. 575-579, 2013.

ALENCAR, N.M.M. et al. Addition of quinoa and amaranth flour in gluten free breads: temporal profile and instrumental analysis. **LWT – Food Science and Technology**, v 62, p. 1011-1018, 2015.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de boas práticas nutricionais**. Brasília – DF, 2012.

A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists (United States of America). Official methods of analysis of AOAC International. Gaithersburg: AOAC International, 2012.

ASSOCIATION GASTROENTEROLOGICAL. American Gastroenterological Association Medical position statement: celiac sprue. **Gastroenterology**, v. 120, n. 6, p. 1522-5, 2001.

AUGUSTIN, M.A. et al. Role of food processing in food and nutrition security. **Trends in Food Science and Technology**, Australia, v. 56, p. 115-125, 2016.

BOCK, J.; SEETHARAMAN, K. Unfolding gluten an overview of research on gluten. **Cereal Foods World**, Canada, v. 57, p. 209-214, 2012.

BRASIL. Lei Federal nº 10.674, de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2003.

BRASIL. ANVISA. Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005. *Aprova Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos*. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo: Brasília, 2005, seção 1, 368.

BRASIL. Portaria SAS/MS nº 1149, de 11 de novembro de 2015. Protocolo clínico de diretrizes terapêuticas da doença celíaca. **Coleção de Leis da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2015.

CAMPELO, D. et al. Addition of different tuna meal levels to pizza dough. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 20, p. 1-8, 2017.

CHAIN, F. et al. Evaluation of the structural, electronic, topological and vibrational properties of N-(3,4-dimethoxybenzyl) – hexadecanamide isolated from Maca (*Lepidium meyenii*) using different spectroscopic techniques. **Journal of Molecular Structure**, Argentina, v. 1128, p. 653-664, 2017.

CHANG, C. et al. Characteristics and emulsifying properties of acid and acid-heat induced egg white protein. **Food hydrocolloids**, China, v. 54, p. 342-350, 2016.

CHEN, J. et al. Physicochemical and functional properties of dietary fiber from maca (*Lepidium meyenii walp*) liquor residue. **Carbohydrate Polymers**, v. 132, p. 509-512, 2015.

CHEN, X. et al. Effects of drying processes on starch related physicochemical properties, bioactive components and antioxidant properties of yam flours. **Food Chemistry**, China, v. 224, p. 224-232, 2017

CODEX ALIMENTARIUS. Standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten. **Codex Alimentarius**, p. 118-1979, 2015.

COELHO, M.S.; SALAS-MELLADO, M.de las M. Review: chemical composition, functional properties and technological applications of chia (*Salvia hispanica L.*) seeds in foods. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 4, p. 259-268, 2014.

CORNELL, J.A. **Experiments with mixtures: designs, models, and the analysis of mixture data**. 3ª. Ed. New York, 2002.

DIAS, J.A. In time: celiac disease – some current aspects of epidemiology and research. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 34, n. 2, p. 139-140, 2016.

DINI, A., et al. Chemical composition of *Lepidium meyenii*. **Food Chemistry**, v. 49, p. 347-349, 1994.

EL-BELTAGI, H.S.; EL-SENOUSI, N.A.; ALI, Z.A.; OMRAN, A.A. The impact of using

chickpea flour and dried carp fish powder on pizza quality. **Plos One**. v. 12, n. 9, p. 1-15, 2017.

ELELLA, M.H.A.; MOHAMED, R.R.; ELHAFEEZ, E.A.; SABAA, M.W. Synthesis of novel biodegradable antibacterial grafted xanthan gum. **Carbohydrate Polymers**, v. 173, p. 305-311, 2017.

ELLI, L. et al. Diagnosis of gluten related disorders: celiac disease, wheat allergy and non-celiac gluten sensitivity. **World Journal of Gastroenterology**, v. 21, n. 23, p. 7110-7119, 2015.

ESKIN, M. **Biochemistry of foods**. 3^a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

FAO. Food And Agriculture Organization. **Neglected crops: 1492 from a different perspective**. Botanical Garden of Cordoba. Espanha: 1994.

FASANO, A. et al. Prevalence of celiac disease in at-risk and not-at-risk groups in the United States. **Archives of Internal Medicine**, v.163, p. 286-292, 2003.

FASANO, A. Zonulin and its regulation of intestinal barrier function: the biological door to inflammation, autoimmunity and cancer. **Physiological Reviews**, v. 91, n. 1, p. 151-175, 2011.

FASANO, A.; CATASSI, C. Celiac Disease. **New England Journal of Medicine**, v.367, n. 25, p. 2419-2426, 2012.

FENNEMA, O.R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L. **Química de Alimentos de Fennema**. 4^a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FU, B.X.; WANG, K.; DUPUIS, B. Predicting water absorption of wheat flour using high shear-based gluto peak test. **Journal of Cereal Science**. v. 76, p. 116-121, 2017.

GARBER, M.E. et al. A B-cell gene signature correlates with the extent of gluten-induced intestinal injury in celiac disease. **Cellular and Molecular Gastroenterology and Hepatology**, v. 4, n. 1, p. 1-17, 2017.

GIMÉNEZ, M.A. et al. Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of corn-broad beans (*Vicia faba*) spaghetti type pasta. **Food Chemistry**, v. 136, p. 538-545, 2013.

GOHARA, A.K., et al. Chemometric tools applied to the development and proximal and sensory characterization of chocolate cakes containing chia and azuki. **Acta Scientiarum Technology**. v. 36, n. 3, p. 537-543, 2014.

GONZALES, G.F. Ethnobiology and ethnopharmacology of *Lepidium meyenii* (Maca), a plant from the Peruvian highlands. **Evidence based Complementary and Alternative Medicine**, p. 10, 2012.

GONZÁLEZ, J.D.T.; MORELOS, K.J.G.; CORREA, D.A. Análisis del perfil de textura em frutas, produtos cárnicos y quesos. **Reciteia**. v. 14, n. 2, p. 64-72, 2015.

GRANCIERI, M. et al. Yacon flour (*Smallanthus sonchifolius*) attenuates intestinal morbidity in rats with colon cancer. **Journal of Functional Foods**, v. 37, p. 666-675, 2017.

GREEN, P.H.R.; LEBWOHL, B.; GREYWOODE, R. Celiac disease. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 135, n. 5, p. 1099-1106, 2015.

HO-YEN, C. et al. Recent advances in refractory celiac disease: a review. **Histopathology**, v. 54, n. 7, p. 783-795, 2009.

HSU, C.L., et al. Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. **Food Chemistry**. v. 83, p. 85–92, 2003.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 6579: 2002. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the detection of *Salmonella spp.* Genève; 2002.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7932: 2004. Microbiology of food animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of presumptive *Bacillus cereus*- Colony count technique at 30 degrees. Genève; 2004.

KADAN, R.S.; BRYANT, R.J.; PEPPERMAN, A.B. Functional properties of extruded rice flours. **Food Chemistry and Toxicology**, v. 68, n. 5, p. 68-71, 2003.

KHASHAN, A.S. et al. The impact of maternal celiac disease on birthweight and preterm birth: a Danish population-based cohort study. **Human Reproduction**, v. 25, n. 2, p. 528534, 2010.

KIM, M.J.; KIM, S.S. Utilisation of immature wheat flour as an alternative flour with

antioxidant activity and consumer perception on its baked product. **Food Chemistry**, v. 232, p. 237-244, 2017.

KINUPP, V.F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

LAGRAIN, B.; THEWISSEN, B.G.; BRIJS, K.; DELCOUR, J.A. Mechanism of gliadin–glutenin cross-linking during hydrothermal treatment. **Food Chemistry**, v. 107, p. 753-760, 2008.

LASA, J.S.; OLIVEIRA, P.; SOIFER, L.; MOORE, R. La anemia ferropénica como presentación de enfermedad celíaca subclínica en una población Argentina. **Revista de Gastroenterología de México**, v. 82, n. 3, p. 270-273, 2017.

LEE, M.S.; LEE, H.W.; YOU, S.; HA, K.T. The use of maca (*Lepidium meyenii*) to improve semen quality: a systematic review. **Maturitas**, República da Coreia, v. 92, p. 64-69, 2016.

LEONEL, M.; GARCIA, A.C.D.B.; REIS, M.M. Physico-chemical and microscopical characterisations of sweet potato, canna, cassava and cocoyam starches and their expansion properties after photochemical modification. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 7, n. 1, p. 129-137, 2004.

LEONEL, M.; MISCHAN, M.M.; PINHO, S.Z.; IATAURO, R.A.; DUARTE FILHO, J. Effect of extrusion parameters in the physical properties of expanded yam snacks. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 459-464, 2006.

LI, J. et al. Anti-fatigue activity of polysaccharide fractions from *Lepidium meyenii* Walp. (maca). **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 95, p. 1305-1311, 2017.

LIONETTI, E.; CATASSI, C. New clues in celiac disease epidemiology, pathogenesis, clinical manifestations and treatment. **International Reviews of Immunology**, v. 30, n. 4, p. 219-231, 2011.

LUDVIGSSON, J.F. et al. The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. **National Institutes of Health**, v. 62, n. 1, p. 43-52, 2014.

MA, F. et al. Chemical componentes and emulsification properties of mucilage from *Dioscorea opposita thunb*. **Food Chemistry**, v. 228, p. 315-322, 2017.

MANCEBO, C.M.; MERINO, C.; MARTÍNEZ, M.M.; GÓMEZ, M. Mixture design of rice

flour, maize starch and wheat starch for optimization of gluten free bread quality. **Journal of Food Science and Technology**. v. 52, n. 10, p. 6323-6333, 2015.

MALALGODA, M.; SIMSEK, S. Celiac disease and cereal proteins. **Food Hydrocolloids**, v. 68, p. 108-113, 2017.

MARINELI, R.S. et al. Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica L.*). **LWT – Food Science and Technology**, v. 59, p. 1304-1310, 2014.

MARIOTTI, M.; LUCISANO, M.; PAGANI, M.A.; PERRY, KW. The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and *Psyllium* flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs. **Food Research International**, v. 42, p. 963–975, 2009.

MARTIN, C.A. et al. Ácidos graxos poli-insaturados ômega 3 e ômega 6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição de Campinas**, p. 761, 2006.

MARTÍNEZ, M.L., MARIN, M.A., FALLER, C.M.S., REVO, J., PENCI, M.C., RIBOTTA, P.D. Chia (*Salvia hispanica L.*) oil extraction: Study of processing parameters. **LWT – Food Science and Technology**. v. 47, n. 1, p. 78-82, 2012.

MARTINS, J.F.L. et al. Product based Yacon and modulation of microbiota, fatty acid profile and lipid in ovariectomized female rats. **Revista de Nutrição de Campinas**, v. 29, n. 5, p. 709-719, 2016.

MENDOZA, J del V.; PUMAROLA, T.; GONZALES, L.A.; VALLE, L.J.del. Antiviral activity of maca (*Lepidium meyenii*) against human influenza virus. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 7, n.1, p; 415-420, 2014.

MONTGOMERY, D.; CALADO, V. *Planejamento de Experimentos usando Statistica*. E-Papers: Rio de Janeiro, 2003.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A.; VINING, G.G. Introduction to Linear Regression Analysis, 3rd ed. Wiley: India. 2006.

NATAL, D.I.G., DANTAS, M.I.S., VIDIGAL, M.C.T.R., RIBEIRO, S.M.R., PIOVESAN, N.D., MARTINO, H.S.D., DIAS, D.M. Fortification of pizza dough's with whole soybean flour of new cultivar "UFVTN 105AP". **Ciência Rural de Santa Maria**. v. 44, n. 9, p. 1678-1685, 2014.

NUNES, L.D.S. et al. Rheological behavior of starch pastes Yam São Tomé variety. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 12, n. 2, p. 141-154, 2010.

OBIDIEGWU, J.E.; AKPABIO, E.M. The geography of yam cultivation in southern Nigeria: exploring its social meanings and cultural functions. **Journal of Ethnic Foods**, v. 4, n.1, p. 28-35, 2017.

OETTERER, M.; REGITANO, M.A.B; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Manole, 2006.

OLIVEIRA-ALVES, S.C. et al. Characterization of phenolic compounds in chia (*Salvia hispanica* L.) seeds, fiber flour and oil. **Food Chemistry**, v. 232, p. 295-305, 2017.

OLIVEIRA, G.O.; BRAGA, C.P.; FERNANDES, A.A.H. Improvement of biochemical parameters in type 1 diabetic rats after the roots aqueous extract of Yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp.& Endl.)] treatment. **Food and Chemical Toxicology**, v. 59, p. 256-260, 2013.

OLIVEIRA, D.L.; KOLAKOWSKI, A.P.; SIMÕES, D.R.S.; LOS, P.R.; DEMIATE, I.M. Biscoitos tipo cookie sem glúten formulados com farelo de feijão, farinha de arroz e amido de mandioca. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 11, n. 2, p. 2502-2522, 2017.

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

PARZANESE, I. et al. Celiac disease: from pathophysiology to treatment. **World Journal of Gastrointestinal Pathophysiology**, v. 2, p. 27-38, 2017.

PASSOS, L.M.L.; PARK, Y.K. Fructooligosaccharides: implications in human health being and use in foods. **Ciência Rural**, Santa Maria., v.33, n.2, p385-390. , 2003. ISSN 0103-8478.

PAZ, M.F.; MARQUES, R.V.; SCHUMANN, C. Technological characteristics of bread prepared with defatted rice bran. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 18,n. 2, p. 128-136, 2015.

PRADO-FILHO, L.G. Umidade Relativa de Equilíbrio e Oxidação de Lipídeos em Farinhas de Castanha do Pará, de Macadâmia e de Soja, **Scientia Agricola**. v. 51, n. 2, p. 357-362, 1994.

PELLEGRINI, N.; AGOSTONI, C. Nutritional aspects of gluten-free products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, p. 2380-2385, 2015.

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

PEREIRA, J.; CIACCO, C.F.; VILELA, E.R.; PEREIRA, R.G.F.A. Function of the Ingredients in the consistency of the dough and in the characteristics of the cheese breads. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 494-500, 2004.

PINHO, B.H.; MACHADO, M.I.F.; FURLONG, E.B. Physical-chemical properties of pre-made pizza dough and their relationship with the development of molds and yeast. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. v. 60, n. 1, p. 35-41, 2001.

PONTUAL, I. et al. Assessing consumer expectations about pizza: a study on celiac and non-celiac individuals using the word association technique. **Food Research International**., v. 94, p. 1-5, 2017.

QIU, C.; ZHAO, M.; MCCLEMENTS, D.J. Improving the stability of wheat protein-stabilized emulsions: Effect of pectin and xanthan gum addition. **Food Hydrocolloids**, v. 43, p. 377-387, 2015.

QUEIROZ, A.M.; ROCHA, R.F.J.; GARRUTI, D.S.G.; SILVA, A.P.V.S.; ARAÚJO, I.M.S.A. Preparation and characterization of gluten-free cookies enriched with coconut flour: an alternative for celiac. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 20, p. 1-11, 2017.

RINALDI, M; PACIULLI, M.; CALIGIANI, A.; SCAZZINA, F.; CHIAVARO, E. Sourdough fermentation and chestnut flour in gluten-free bread: A shelflife Evaluation. **Food Chemistry**, v. 224, p 144–152, 2017.

RODRIGUES, M.G.G. et al. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour added-cookies: chemical characterization and sensory acceptability among the patients with diabetes mellitus. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 73, n. 2, p. 219-25, 2014.

RUSSO, C.B.; SOSTISSO, C.F.; PASQUAL, I.N.; NOVELLO, D.; DALLA SANTA, H.S.; BATISTA, M.G. Sensory acceptability of the whole wheat and flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) flours-added pizza dough among adolescent customers. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. v. 71, n. 3, p. 488-94, 2012.

SANDOVAL, M. et al. Antioxidant activity of the cruciferous vegetable Maca (*Lepidium meyenii*). **Food Chemistry**, v. 79, n. 2, p. 2017-213, 2002.

SZCZESNIAK, A.S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**. v. 13, p. 215-225, 2002.

SILVA, M.F.G. de., et al. Evaluation of nutritional and chemical composition of yacon syrup using ¹H NMR and UPLC-ESI-Q-TOF-MS^E. **Food Chemistry**. v. 245, p. 1239–1247, 2018

SILVA, T.S.G.; FURLANETTO, T.W. Diagnóstico da doença celíaca em adultos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 56, n. 1, p. 122-6, 2010.

SOUSA, S. et al. In vitro evaluation of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tuber flour prebiotic potential. **Food and Bioproducts Processing**, v. 95, p. 96-105, 2015a.

SOUSA, S. et al. Antioxidant properties of sterilized Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tuber flour. **Food Chemistry**, v. 188, p. 504-509, 2015b.

StatSoft, Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 7. 2004.

STORCK, C.R. et al. Technological characteristics of breads made with rice flour and transglutaminase. **Brazilian Journal of Food Technology**, 2009.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4^a.ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

TIMILSENA, Y.P.; ADHIKARI, R.; BARROW, C.J.; ADHIKARI, B. Physicochemical and functional properties of protein isolate produced from Australian chia seeds. **Food Chemistry**, v. 212, p. 648-656, 2016.

TORBICA, A.; HADNA, M.; DAP, T. Rice and buckwheat flour characterization and its relations to cookie quality. **Food Research International**, v. 48, p. 277-283, 2012.

THORVALDSSON, K., STADING, M., NILSSON, K., KIDMAN, S., LANGTON, M. Rheology and structure of heat-treated pasta dough: influence of water content and heating rate. **The Swedish Institute for Food and Biotechnology**. v. 32, p. 154-161, 1999.

TROMBINI, F.R.M.; LEONEL, M.; MISCHAN, M.M. Physical, rheological and sensory characteristics of extruded products from mixtures of passion fruit flour and cassava starch.

Ciência Rural, Santa Maria. v. 43, n. 10, p. 1885-1891, 2013.

TSATSARAGKOU, K.; GOUNAROPOULOS, G.; MANDALA, I. Development of gluten free bread containing carob flour and resistant starch. **LWT – Food Science and Technology**, v. 58, n. 1, p. 124-129, 2014.

UCHIYAMA, F.; JIKYO, T.; TAKEDA, R.; OGATA, M. *Lepidium meyenii* (Maca) enhances the serum levels of luteinising hormone in female rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 151, p. 897-902, 2014.

VIEIRA; J.C.; MONTENEGRO, F.M.; LOPES, A.S.; PENA, R.S. Physical and sensorial quality of sweet cookies with cassava starch. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 12, p. 2574-2579, 2010.

WANG, S. et al. Molecular Mechanisms of HMW glutenin subunits from 1S' genome of *aegilops longissima* positively affecting wheat breadmaking quality. **Plos One**, v. 8, n. 4, 2013.

WATKINS, R.D.; ZAWAHIR, S. Celiac Disease and nonceliac gluten sensitivity. **Pediatric Gastroenterology e Nutrition**, v. 64, n.3, p. 563-576, 2017.

WEBBER, F.H.; COLLARES-QUEIROZ, F.P.; CHANG, Y.K. Physicochemical, rheological, morphological, and thermal characterization of normal, waxy, and high amylose corn starches. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 748-753, 2009.

WU, Z.G. et al. Characterizing diversity based on nutritional and bioactive compositions of yam germplasm (*Dioscorea spp.*) commonly cultivated in China. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 24, n. 2, p. 367-375, 2016.

XU, L G.; SHEN, W.X. Study on the PTFE closed-vessel microwave digestion method in food elemental analysis. **Fresenius Zeitschrift Analytische Chemie**, v. 332, p. 45-47, 1988.

ZANQUI, A.B.; MORAIS, D. R. de. ; SILVA, C.M. da. ; SANTOS, J. M. ; CHIAVELLI, L. U. R. ; BITTENCOURT, P. R. S.; EBERLIN, M. N. ; VISENTAINER, J. V.; CARDOZO-FILHO, L.; MATSUSHITA, M. Subcritical Extraction of *Salvia hispanica* L. Oil with N-Propane: Composition, Purity and Oxidation Stability as Compared to the Oils Obtained by Conventional Solvent Extraction Methods. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 26, n. 2. p. 282-289, 2015.

ZHANG, L. et al. Protective effect of polysaccharide from maca (*Lepidium meyenii*) on Hep-G2 cells and alcoholic liver oxidative injury in mice. **International Journal of Biological**

Macromolecules, v. 99, p. 63-70, 2017.

ZINGONE, F. et al. Psychological morbidity of celiac disease: A review of the literature.
United European Gastroenterology Journal, v. 3, n. 2, p. 136-145, 2015.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – ESCALA HEDÔNICA NÃO ESTRUTURADA

TESTE DE ACEITAÇÃO		
Nome:	_____ Data: ____/____/____	
Você está recebendo uma massa de pizza. Por favor, deguste-a e marque um "x" na escala (inclusive entre os pontos) e na sugestão de aplicação da massa, que melhor represente o quanto você gostou ou não da amostra.		
Amostra:	_____	
• Cor	0 _____	5 _____ 10 _____ Desgostei extremamente Não gostei/ nem desgostei Gostei extremamente
• Textura	0 _____	5 _____ 10 _____ Desgostei extremamente Não gostei/ nem desgostei Gostei extremamente
• Sabor	0 _____	5 _____ 10 _____ Desgostei extremamente Não gostei/ nem desgostei Gostei extremamente
• Impressão global	0 _____	5 _____ 10 _____ Desgostei extremamente Não gostei/ nem desgostei Gostei extremamente
• Sugestão para massa ser utilizada em:	() Pizza Doce () Pizza Salgada () Ambas as massas	
Comentários:	_____	

APÊNDICE 2 – Avaliação Perfil Consumidor de Produtos sem glúten.

Avaliação Perfil Consumidor de Produtos sem glúten.

Nome: _____.

1- Idade: () 15 a 20 anos () 21 a 30 anos () 31 anos acima .

2- Sexo: () Feminino () Masculino 3- Cidade: _____

4- Renda (salários mínimos): () 1 a 2 () 3 a 4 () acima de 5.

5- Sabe o que são produtos sem glúten? () sim () não.

6- Sabe quais produtos contém glúten: _____

7- Possui intolerância ao glúten, já diagnosticada? () sim () não.

Se sim, a partir de quais sintomas foi diagnosticada: _____

8- Consome produtos sem glúten? () sim () não.

9- Se sim, com que frequência:

() Diariamente () Semanalmente () Mensalmente () Anualmente .

10- Qual tipo de produto sem glúten prefere:

() Pão () Pizza () Massas (lasanha, macarrão, etc.).

Outros (quais): _____.

11- O que é um alimento funcional para você:

() Algo para emagrecer () algo que auxiliara na digestão

() auxiliam na prevenção de doenças () auxiliam no controle de doenças

12- Você conhece alguma dessas farinhas: Maca Peruana, Yacon e

Inhame? () sim () não. Se sim, qual: _____

13- Consome ou consumiria algum produto que contenha alguma dessas farinhas citadas acima? () sim () não .

Se sim: por quais motivos: () dieta () combate doenças () digestão dos alimentos () rica em fibra () rica em óleos () propriedades benéficas e funcionais () curiosidade.

Obrigada!