

RENATA PUPPIN ZANDONADI

**Massa de banana verde: uma alternativa para
exclusão do glúten**

Brasília, 2009



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

Massa de banana verde: uma alternativa para exclusão do glúten

**Tese a ser apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Ciências da Saúde, Faculdade de
Ciências da Saúde, Universidade
de Brasília, como requisito parcial
para obtenção do título de Doutor
em Ciências da Saúde.**

**Renata Puppim Zandonadi
Orientador: Prof. Dr. Riccardo Pratesi**

Brasília, 2009



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

BANCA EXAMINADORA

Professor Doutor Riccardo Pratesi
(Presidente)

Professor Doutor Pedro Makumbundu Kitoko
(Examinador)

Professora Doutora Wilma Maria Coelho Araújo
(Examinadora)

Professora Doutora Raquel B. Assunção Botelho
(Examinadora)

Professora Doutora Lenora Gandolfi
(Examinadora)

Professora Doutora Marina K. Ito
(Suplente)

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu o dom da vida e me concede oportunidades para que ela se desenvolva sob sua proteção.

Ao Silvio, meu esposo, pelo companheirismo de todos os momentos, fruto do amor generoso, paciente e compreensivo, que sempre nos unirá.

Aos meus pais, Renato e Jussara, pelo amor incondicional e pelo incentivo à busca constante do crescimento espiritual e do conhecimento, de forma generosamente partilhada.

Aos queridos irmãos, Luisa e Paulo, pela alegria, pelo incentivo, pelo apoio, pelo carinho e, sobretudo, pelos bons exemplos.

Ao Dr. Riccardo Pratesi e à Dra. Lenora Gandolfi, mestres pacientes e dedicados, pelo acolhimento e pelo incentivo, fundamentais para a consecução deste estudo.

Aos amigos Raquel Botelho, Verônica Ginani e Rodrigo Coutinho, cujas mãos sempre generosas apoiaram o desenvolvimento deste trabalho.

À Viviane Cortat, ao Antônio Resende e ao Flávio Montenegro pelo apoio e pela inestimável contribuição durante a pesquisa.

Às pessoas que consentiram em participar da pesquisa, cuja generosidade possibilitou a realização das etapas da análise sensorial.

Ao Programa de Pós-graduação de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília e ao Centro Universitário Unieuro, pela possibilidade e oportunidade de realizar este trabalho.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

RESUMO

A doença celíaca (DC) é uma enteropatia imunomediada, que apresenta permanente intolerância ao glúten ingerido em indivíduos geneticamente predispostos. A prevalência da DC é difícil de ser estimada em função da variabilidade de sintomas e da falta de conhecimento acerca da doença, porém estima-se que se manifeste em cerca de 0,3 a 1,0% da população. Atualmente a única forma de tratamento da DC é a restrição de glúten na dieta. A adesão ao tratamento não constitui prática de fácil exeqüibilidade, tanto pela difícil adaptação aos produtos modificados quanto pela dificuldade de encontrar produtos isentos de glúten no mercado. Além disso, alimentos modificados para esse tipo de patologia apresentam prejuízos nas características sensoriais e tecnológicas, bem como incremento na fração lipídica, para compensar tais modificações. Nesse contexto, destaca-se a importância do desenvolvimento de alimentos isentos de glúten com características sensoriais, nutricionais e tecnológicas adequadas, de modo a favorecer a adesão ao tratamento e a promover qualidade de vida aos indivíduos portadores da doença. Portanto, o objetivo do presente estudo é avaliar o efeito da substituição da farinha de trigo por farinha de banana verde, sobre as características químicas, sensoriais e tecnológicas em massa para macarrão e comparar tais características com a preparação padrão para este tipo de massa. Trata-se de estudo de caráter exploratório e quantitativo, subdividido em cinco etapas: desenvolvimento das preparações, análise química, análise sensorial, análise tecnológica e análise estatística dos dados. Observou-se que as preparações modificadas com substituição da farinha de trigo por farinha de banana verde pura ou associada à fécula de batata ou farinha de arroz apresentaram aceitação superior à da preparação padrão para indivíduos não portadores de DC. Para os portadores de DC, verificou-se que a massa de farinha de banana verde associada à farinha de arroz apresentou maior aceitação. Todas as massas modificadas apresentaram redução no teor lipídico superior a 98% e a massa de banana verde pura apresentou incremento na quantidade de minerais. A produção de massas alimentícias a partir de farinha de banana verde, associada ou não a outras farinhas, é importante para portadores da doença celíaca, que poderão

consumir produto não disponível no mercado nacional, elaborado a partir de um alimento bastante difundido na produção e na alimentação brasileira. Ademais, a banana verde é considerada subproduto de baixo valor comercial e possui pouca utilização industrial. Para produtores de banana e para fabricantes de massas alimentícias representa possibilidade de diversificação e de ampliação de mercado. Portanto, destaca-se a possibilidade de desenvolvimento de massa sem glúten, à base de farinha de banana verde pura ou associada a outras farinhas, a fim de se ampliar a oferta de produtos para portadores de DC e auxiliar na promoção de qualidade de vida.

Palavras-chave: doença celíaca, glúten, macarrão, banana verde, qualidade de vida.

ABSTRACT

Celiac disease (CD) is an immunomediated enteropathy that causes permanent intolerance to gluten in genetically predisposed individuals, and which affects approximately 0.3 to 1.0% of the population. The only current treatment for CD is a gluten-free diet, which is not a simple task due to problems adapting to modified products as well as difficulty finding gluten-free products on the market. Furthermore, modified food products lose sensory and technological characteristics, and have increased lipid fractions in order to compensate the modifications. Here the focus is on developing gluten-free food products with sensory, nutritional, and technological characteristics that improve adherence to the treatment and promote the quality of life of these individuals. The objective of this study was to evaluate the effects that substituting wheat flour with green banana flour brought upon the sensory characteristics of noodle dough and to compare the chemical, technological, and sensorial characteristics with the standard preparation for this type of pasta. This study takes an exploratory and quantitative approach that is divided into six steps: preparation and selection, chemical analysis, sensory analysis, technological analysis, and statistical analysis. It was observed that preparations modified by substituting wheat flour with pure green banana flour, or green banana flour mixed with potato starch or rice flour presented greater acceptance than standard preparations. All the modified pastas presented more than 98% less lipid content and pure green banana pasta presented an increment of minerals. Producing pasta made with green banana flour, whether mixed with other flours or not, is important to people who suffer from celiac disease in that they will consume a product that is

not available on the national market, and is developed from a food product that is wide-spread in Brazilian foods and production. Furthermore, green bananas are considered a sub-product of low commercial value with little industrial use. Therefore, this represents possibilities for diversifying and broadening the market for banana growers and pasta producers. However, the greatest of these is the possibility for developing gluten-free pasta made with pure green banana flour or green banana flour mixed with other flours that will expand the product supply for people with CD and will contribute to improving their quality of life.

Key words: celiac disease, gluten, pasta, green bananas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Iceberg da Doença Celíaca.....	21
Figura 2. Fluxograma das etapas dos processos envolvidos na produção de massa de banana verde.....	38
Figura 4. Custo final das porções das preparações	55
Figura 5. Mapa de preferência interno dos macarrões.....	64
Figura 6. Segmentos de consumidores obtidos por Análise Aglomerativa hierárquica.	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição aproximada das bananas em diferentes estágios de maturação	31
Tabela 2. Composição mineral da farinha de banana verde.	34
Tabela 3. Relação e percentual de ingredientes nas preparações.....	39
Tabela 4. Composição química das massas modificadas e padrão.....	57
Tabela 5. Perfil granulométrico das farinhas	59
Tabela 6. Características de cozimento das massas	61
Tabela 7. Centróide das classes.	66
Tabela 8. Médias de aceitação das massas por indivíduos não portadores de DC	67
Tabela 9. Percentuais de aceitação dos macarrões por indivíduos não portadores de DC.....	67
Tabela 10. Médias de aceitação das massas por indivíduos portadores de DC	68
Tabela 11. Percentuais de aceitação dos macarrões por indivíduos portadores de DC.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS

ACELBRA – Associação dos Celíacos do Brasil

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AR – amido resistente

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

DC – doença celíaca

BV – massa de banana verde

FA – massa à base de banana verde associada à farinha de arroz

FB - massa à base de banana verde associada à fécula de batata

FTP – ficha técnica de preparação

HCT - carboidratos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LIP - lipídios

P – massa padrão à base de farinha de trigo integral

POF – pesquisa de orçamento familiar

PTN – proteína

SG – massa sem glúten encontrada no mercado

VET – valor energético total

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO BILIOGRÁFICA	17
2.1. DOENÇA CELÍACA	17
2.1.1. Conceito e prevalência.....	17
2.1.2. Patogênese e manifestações clínicas da DC	19
2.1.3. Diagnóstico	22
2.1.4. Tratamento.....	23
2.2. FARINHAS NÃO CONVENCIONAIS E SUBSTITUTOS PARA O GLÚTEN	25
2.2.1. Banana verde.....	28
3. OBJETIVOS	36
3.1. OBJETIVO GERAL.....	36
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
4.1. ELABORAÇÃO DA FARINHA DE BANANA VERDE.....	37
4.2. DESENVOLVIMENTO DAS PREPARAÇÕES	37
4.3. ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA.....	40
4.4. ANÁLISE TECNOLÓGICA.....	45
4.5. ANÁLISE SENSORIAL	48

4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	50
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
5.1. DESENVOLVIMENTO DAS MASSAS.....	51
5.2. COMPOSIÇÃO QUÍMICA.....	56
5.3. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS.....	59
5.3. ANÁLISE SENSORIAL.....	63
5.3.1. Análise sensorial realizada com indivíduos não portadores de DC.	63
5.3.2. Análise sensorial realizada com indivíduos portadores de DC.....	68
6. CONCLUSÃO.....	70
REFERÊNCIAS.....	75
APÊNDICES.....	85
APÊNDICE 1. Ficha de avaliação sensorial.....	85
APÊNDICE 2. Ficha técnica de preparação da massa padrão.....	86
APÊNDICE 3. Ficha técnica de preparação da massa de banana verde	87
APÊNDICE 4. Ficha técnica de preparação da massa de banana verde associada à fécula de batata.....	88
APÊNDICE 5. Ficha técnica de preparação da massa de banana verde associada à farinha de arroz.....	89
ANEXO 1. ARTIGO ENVIADO PARA PUBLICAÇÃO NO LWT - FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY.....	90
ABSTRACT.....	90

1. INTRODUÇÃO

A doença celíaca (DC) é uma enteropatia imunomediada, que afeta de 0,3 (FASANO; CATASSI, 2001) a 1% (CATASSI; COBELLIS, 2007) da população mundial, constituindo um problema de saúde pública. Caracteriza-se por uma permanente intolerância ao glúten ingerido por indivíduos geneticamente predispostos, que resulta em lesões intestinais de variável gravidade. A expressão da DC ocorre em função de fatores imunológicos, genéticos, ambientais e da presença de glúten na dieta (PRATESI, 2006; FASANO et al., 2008).

Atualmente, a única forma de tratamento da DC é a retirada do glúten da alimentação. A adesão à dieta totalmente isenta de glúten não constitui prática de fácil exequibilidade, não só pela dificuldade de adaptação aos produtos modificados, mas, também, pela dificuldade de encontrar produtos isentos de glúten no mercado, os quais, quando encontrados, apresentam elevado custo (ECKERT, 2006).

De acordo com a Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA, 2006), um dos produtos mais demandados pelos portadores de DC é o macarrão. Dados da última pesquisa de orçamento familiar (POF) realizada no Brasil relatam que o consumo per capita de macarrão representa aproximadamente 4,5kg por ano, consumo que no mundo chega a 13,6kg (IBGE, 2004).

As massas alimentícias são produtos obtidos da farinha de trigo e ou derivados de outros cereais, de leguminosas, de raízes ou de tubérculos,

resultantes do processo de empasto e amassamento mecânico, sem fermentação e podem ser adicionadas de outros ingredientes, desde que não descaracterizem o produto. Podem ser apresentados secos, frescos, pré-cozidos, instantâneos ou prontos para o consumo, em diferentes formatos e recheios (BRASIL, 2005).

Apesar de não necessitar de fermentação, de crescimento e de aeração, o produto é tradicionalmente obtido a partir dos produtos do trigo, pois a coesão e a elasticidade da massa dependem da força do glúten, o que também reduz o desprendimento de partículas de amido na água durante a cocção. As diferenças na qualidade de cozimento de massas tradicionais podem ser explicadas pela variação no teor e na composição da proteína do trigo e do seu material farináceo (AUTRAN et al., 1986; D'EGIDIO et al., 1990), e o teor de glúten é o maior responsável por essas diferenças (KRUGER et al., 1996).

Em função da retirada do glúten, para as massas alimentícias não convencionais, procura-se obter estrutura semelhante a do glúten por meio do emprego de tecnologias que explorem as propriedades funcionais do amido presente na matéria-prima ou por meio da adição de farinhas ricas em proteínas ou de outros ingredientes que apresentem características funcionais semelhantes às do glúten nos alimentos (PAGANI, 1986).

Diante do exposto, constata-se a importância de se buscarem alternativas que promovam características sensoriais e tecnológicas semelhantes às daquelas que o trigo confere às preparações, além de aprimorar e desenvolver outras opções alimentícias para ampliar a oferta de produtos e

proporcionar maior aceitação de novos padrões alimentares pelos portadores de doença celíaca e, assim, melhorar sua qualidade de vida.

Nesse contexto, destaca-se a possibilidade de utilização de farinha de banana verde na produção de massas alimentícias, com a possibilidade de agregação de substâncias que podem promover efeitos benéficos à saúde, como os polifenóis (OVANDO-MARTINEZ, 2009), e de possível redução do custo de preparação, uma vez que é obtida por meio da desidratação da biomassa de banana verde (banana verde cozida em panela de pressão, triturada até a formação de uma pasta. Para desenvolvimento da farinha, esta pasta é desidratada e triturada) (FASOLIN et al., 2007). O Brasil é o segundo produtor mundial de banana e apresenta consumo domiciliar per capita de aproximadamente 7,0kg de banana/ano, de acordo com os dados da última Pesquisa de Orçamento Familiar 2002/2003, do IBGE.

No Brasil, a banana é uma das frutas mais consumidas pelas classes de menor poder aquisitivo, elemento importante na alimentação dessa população, não só pelo alto valor nutritivo, mas também pelo baixo custo.

A farinha de banana verde apresenta alta quantidade de amido resistente (aproximadamente 74% de sua composição), que está relacionado ao controle do índice glicêmico; à redução do colesterol; à plenitude gástrica; à regulação intestinal e à fermentação por bactérias intestinais, produzindo ácidos graxos de cadeia curta, pelo que pode, prevenir o surgimento de câncer nas células intestinais (FASOLIN et al., 2007). Curiosamente, um dos primeiros tratamentos propostos para a DC foi a dieta de banana, proposta em 1924 por

Haas, na qual os pacientes por consumirem apenas a banana, apresentavam remissão de sintomas (HILL et al., 2002).

Portanto, buscou-se avaliar a possibilidade de desenvolvimento de massa alimentícia sem glúten com a utilização da farinha de banana verde e comparar suas características sensoriais, químicas e nutricionais com a preparação padrão.

2. REVISÃO BILIOGRÁFICA

2.1. DOENÇA CELÍACA

2.1.1. Conceito e prevalência

A doença celíaca (DC) é uma enteropatia imunomediada na qual o indivíduo apresenta intolerância permanente ao glúten, composto protéico encontrado na aveia, no trigo, no centeio, na cevada e no malte (FASANO et al., 2008). Atualmente ela é considerada uma das intolerâncias alimentares mais freqüentes no mundo e a delimitação das áreas de risco baseia-se na história das migrações dos povos ancestrais e no fato da doença ser resultante de fatores genéticos e ambientais (NOBRE et al., 2007).

A manifestação da DC ocorre por meio de um mecanismo em que o contato da prolamina (fração do glúten) com as células do intestino delgado

provoca resposta imune a essa fração. Esta resposta imune pode conduzir a danos no intestino do portador da doença que apresente consumo de glúten.

A fração prolamínica do trigo (gliadina) é a principal responsável pelo desencadeamento da resposta imune, em comparação a outros cereais (aveia, cevada e centeio), devido ao alto consumo de produtos à base de trigo no Brasil, que, no ano de 2005, foi de 10.265 toneladas. Considerando que 75% desse consumo são feitos sob a forma de farinha de trigo, obtém-se um consumo de aproximadamente 7.700 toneladas da farinha nesse período (CONAB, 2005), ou seja, aproximadamente 42 kg per capita.

A DC é considerada mundialmente como um problema de saúde pública, principalmente devido à alta prevalência, à freqüente associação à morbidade variável e não-específica e, no longo prazo, à probabilidade aumentada de aparecimento de complicações graves, principalmente osteoporose e doenças malignas do trato gastroentérico (PRATESI et al., 2006).

Estima-se que a prevalência da DC varia entre 0,3 e 1% na Europa (FASANO et al., 2008). No Brasil, estudos desenvolvidos demonstraram prevalência de 0,54% e 0,21% em crianças e adultos, respectivamente (PRATESI et al., 2003). Outro estudo realizado no Brasil apresentou prevalência de 0,89% da população (CROVELLA et al., 2007). Estudos epidemiológicos sobre a DC são escassos e limitados, de modo que a estimativa da sua prevalência torna-se difícil, principalmente nos países em desenvolvimento onde o registro de ocorrências não têm sido feito de forma sistemática.

Ainda não está claro na literatura se as diferenças epidemiológicas refletem simplesmente a composição da dieta nas diferentes localidades geográficas do mundo ou se são devidas a outros fatores como o perfil imunogenético da população ou, ainda, a uma subestimativa do diagnóstico (FASANO et al., 2008).

Durante as duas últimas décadas, o espectro de sinais clínicos da DC em adultos está se modificando. Aproximadamente 60% dos casos são descobertos por manifestações extra-intestinais. Além disso, estudos recentes, que utilizam métodos sorológicos para o diagnóstico da DC, revelam a existência das formas latente e silenciosa (LEPERS, 2004). O aumento da frequência de achados da DC atípica, em virtude da melhoria dos métodos diagnósticos, tem contribuído para a estimativa correta da prevalência da doença, reduzindo os riscos de deficiências nutricionais e malignidade.

2.1.2. Patogênese e manifestações clínicas da DC

A DC é uma enteropatia complexa que envolve interações entre fatores genéticos e ambientais. Os componentes genéticos envolvidos são relacionados às moléculas de HLA-DQ2 e HLA-DQ8 (WOODWARD, 2007). A DC apresenta mecanismo auto-imune, onde a transglutaminase (tTG) é o principal antígeno alvo na lesão tecidual.

Os peptídeos do glúten, que resistem à digestão das enzimas gástricas, intestinais e pancreáticas no lúmen intestinal, são transportados através da

barreira epitelial. Estes peptídeos do glúten funcionam como substrato para a enzima tecidual tTG, localizada na região extracelular subepitelial da mucosa, que irão modificar os peptídeos do glúten por desaminação, convertendo-os em moléculas de ácido glutâmico. Esses epítomos possuem carga negativa e por isso se ligam às moléculas HLA-DQ2 ou HLA-DQ8 na superfície das células apresentadoras de antígenos (BAPTISTA, 2006).

Os linfócitos T CD4 da mucosa intestinal de pacientes com DC reconhecem estes peptídeos quimicamente modificados por meio de receptores de célula T e emite resposta do tipo Th1 e/ou do tipo Th2 com conseqüente secreção de citocinas, que conduzem à lesão intestinal.

A resposta do tipo Th1 induz os fibroblastos presentes no intestino à liberação de proteínas da matriz (metaloproteínas, glicoproteínas e proteoglicanos), exercendo efeitos diretos na atrofia das vilosidades e hiperplasia das criptas. A resposta do tipo Th2 induz à maturação e à expansão de plasmócitos, produzindo, dessa forma, anticorpos da classe IgA contra gliadina e tTG (UTIYAMA, 2004; BUCKLEY et al., 2008).

Em 1997, Mäki e Collin lançaram o modelo do iceberg da DC (Figura 1) (SDEPANIAN, 2001). Este seria formado por uma extensa base submersa, onde estariam os indivíduos sadios geneticamente susceptíveis à doença – com haplótipos HLA-DQ2 ou DQ8. Acima, destes estariam os indivíduos assintomáticos e com a estrutura vilositária normal (doença celíaca latente). Posteriormente, apresenta-se a forma silenciosa da doença, caracterizada por alterações histopatológicas típicas, atrofia parcial ou subtotal da mucosa intestinal, em indivíduos clinicamente assintomáticos. Finalmente, no topo do

iceberg, estaria a doença celíaca sintomática em que os pacientes apresentam alterações intestinais e, conseqüentemente, má-absorção de nutrientes, correspondendo a uma pequena parcela do total da doença (MEARIN, 2007).

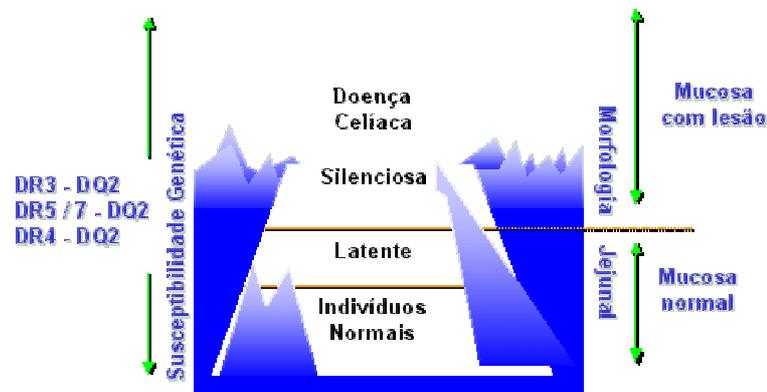


Figura 1. Iceberg da DC (adaptado de Maki; Collin, 1997)

A forma clássica da DC geralmente se manifesta nos primeiros anos de vida, entre seis e 24 meses, e as principais manifestações clínicas são: diarreia crônica, vômitos, distensão abdominal, hipotrofia muscular e irritabilidade. Nos casos com grave má-absorção intestinal ocorre a desnutrição. A DC atípica ou com sintomas não-clássicos, tem tendência a um início mais tardio dos sintomas, geralmente entre cinco e sete anos. Estas podem apresentar queixas intestinais, como dor abdominal, náuseas ou vômitos, no entanto, as manifestações extra-intestinais como baixa estatura, anemia ferropriva sem causa aparente e resistente à reposição de ferro, hipoplasia do esmalte dentário, osteoporose dentre outras, são predominantes, e podem ser explicadas pelos déficits nutricionais ou por reações imunológicas que acometem outros órgãos (BAPTISTA, 2006).

Também têm sido descritas várias condições associadas à doença, que incluem: a síndrome de Down (PRATESI; GANDOLFI, 2005) e diabetes mellitus tipo 1, assim como a deficiência seletiva de IgA, hipotireoidismo, intolerância à lactose, intolerância à proteína do leite de vaca, dermatite herpetiforme, infertilidade, abortos de repetição, osteopenia e osteoporose (SDEPANIAN, 2001).

2.1.3. Diagnóstico

Os anticorpos anti-gliadina foram os primeiros marcadores sorológicos comercializados. Relacionados à proteína do trigo absorvida pela mucosa intestinal, avaliam anticorpos da classe IgA e IgG, que são detectados por meio da técnica imunoenzimática (ELISA). São de fácil execução, de baixo custo e capazes de detectar celíacos mesmo na deficiência de IgA. Apresentam, porém, baixas sensibilidade e especificidade (FARRELL, 2002).

Outro teste sorológico estabelecido para DC é o anticorpo antiendomísio. Constituído por IgA, apresenta alta especificidade e sensibilidade (FARRELL, 2002). É indicador de progressão para atrofia vilositária, provando ser um marcador ideal para a triagem das formas atípica, latente e potencial da DC. Detecta-se o anticorpo antiendomísio por meio de imunofluorescência indireta. A realização do teste requer profissional experiente (BRANDT, 2004). Porém, por avaliar apenas a fração IgA, este marcador pode apresentar resultado falso negativo na deficiência de IgA.

O anticorpo anti-transglutaminase foi introduzido mais recentemente. Determinado por meio da técnica de ELISA, de fácil execução, que pode ser usada para triagem populacional (BRANDT, 2004).

Apesar da alta especificidade e sensibilidade destes marcadores sorológicos, a DC só pode ser confirmada a partir da biópsia de tecido. É por meio da biópsia que fica evidenciada a atrofia vilositária e a infiltração de linfócitos intraepiteliais (BAPTISTA, 2006).

Outro teste feito atualmente é aquele que utiliza marcadores genéticos nos casos de difícil diagnóstico, como observado em indivíduos com a DC potencial ou latente. Nesses casos suspeitos, o resultado para a biópsia intestinal apresenta valor normal e sorologia positiva e, portanto, o achado positivo dos marcadores HLA-DQ2 e HLA-DQ8 confirmaria o diagnóstico, dada a alta frequência destes na população de celíacos (FASANO et al., 2008).

2.1.4. Tratamento

Apesar do avanço dos estudos relativos ao tratamento da doença, ainda se tem como única terapia a restrição do glúten na alimentação, o que conduz à recuperação da mucosa intestinal (SOLLID; KHOSLA, 2005). A adesão à dieta totalmente isenta de glúten não constitui prática de fácil exequibilidade por difícil adaptação aos produtos modificados, contaminação cruzada dos alimentos com glúten, constrangimento social, inadequação de rótulos, custo dos produtos e por dificuldade de encontrar produtos isentos de glúten no mercado (GOBETTI et al., 2007).

Com a adesão total à dieta isenta em glúten, o padrão estrutural das vilosidades pode ser restabelecido e os sintomas e deficiências nutricionais decorrentes da DC podem regredir. Entretanto, estudos recentes propõem formas variáveis de tratamento, de modo a permitir maior tolerância ao glúten ingerido, sem causar toxicidade ao portador de DC, porém, ainda não há comprovação de efetividade dos tratamentos propostos.

Novas pesquisas buscam identificar estratégias para o tratamento da DC. A terapia de suplementação com prolil-endopeptidases foi proposta por Hausch *et al.* (2002). No estudo, enzimas proteolíticas de origem microbiológica, com grande capacidade de quebra das frações protéicas do glúten, que são imunoestimulatórias, seriam utilizadas via oral pelos pacientes, na tentativa de auxiliar o processo proteolítico gastrintestinal.

Di Cagno *et al.* (2002) propuseram novos tratamentos, que envolvem atividade proteolítica, por meio da ação de bactérias fermentativas (lactobacilos pré-selecionados), que respondem à hidrólise de frações protéicas (peptídeos), induzindo à ativação das células T em pacientes com DC. Estudos ainda mais recentes (SIEGEL *et al.*, 2007; XIA *et al.*, 2007) analisaram a possível aplicação de tratamento da DC envolvendo o bloqueio do sítio de ligação do peptídeo de glúten ao DQ2 para prevenir o desencadeamento desta patologia, porém, esta forma terapia ainda não se mostrou efetiva.

Apesar de todos os estudos, a única forma de tratamento para a DC continua sendo a dieta restrita em glúten, uma vez que nenhum deles teve ainda sua efetividade comprovada. Assim, constata-se a importância de se buscarem alternativas que promovam características sensoriais e funcionais

semelhantes àquelas que o glúten confere às preparações, além do aprimoramento e desenvolvimento de outras preparações para, assim, ampliar a oferta de produtos e proporcionar maior aceitação de novos padrões alimentares pelos portadores de doença celíaca.

2.2. FARINHAS NÃO CONVENCIONAIS E SUBSTITUTOS PARA O GLÚTEN

A possibilidade de produzir novos tipos de massas a partir de alimentos diferentes do trigo tem despertado interesse de pesquisadores em todo o mundo. Não apenas pelo custo da matéria-prima, mas principalmente por permitir o uso de outros alimentos largamente disponíveis e não adequadamente utilizados (ORMENESE; CHANG, 2002). Existem diversas razões para a produção de massas alimentícias não convencionais, tais como o fator econômico, o hábito alimentar, a disponibilidade de ingredientes e as questões relativas à nutrição e à saúde (ORMENESE; CHANG, 2002).

A literatura descreve tecnologias para elaboração de massas alimentícias não convencionais com a substituição da farinha de trigo por outros amidos. A fim de atender a necessidades específicas, como as dos celíacos, surgem os produtos para fins especiais que são, segundo a ANVISA (BRASIL, 1998), alimentos especialmente formulados ou processados, nos quais se introduzem modificações no conteúdo dos nutrientes adequados à utilização em dietas diferenciadas e ou opcionais, com vistas às necessidades de pessoas em condições metabólicas e fisiológicas específicas.

Nesta categoria incluem-se os alimentos com restrição de nutrientes – carboidratos, proteínas, gorduras, sódio ou outros destinados a fins

específicos; os alimentos para ingestão controlada de nutrientes e os alimentos para grupos populacionais específicos, como os portadores de DC. Os alimentos para dietas com restrição de proteínas devem ser totalmente isentos do componente associado ao distúrbio.

As farinhas não convencionais utilizadas nos produtos para portadores de DC são, geralmente, à base de amidos de diferentes origens, tais como milho, arroz, soja, batata, mandioca, dentre outros. Tais ingredientes são considerados de qualidade nutricional inferior aos similares que contêm glúten, pois apresentam menor teor de proteínas, vitaminas e minerais, além de não apresentarem teor de fibras adequado (KORUS et al., 2009).

Recentemente, trabalhos foram desenvolvidos utilizando-se ingredientes para melhorar a estrutura, a palatabilidade, a aceitabilidade e a validade dos produtos isentos de glúten. Alguns aditivos como hidroxipropil-metilcelulose (HPMC), goma guar, goma xantana, psyllium e agar têm sido testados em produtos isentos de glúten para melhorar o volume, a absorção de água e, conseqüentemente, as propriedades de manipulação desses produtos (KANG et al., 1997; GAN et al., 2001; KENNY et al., 2001; SCHOBBER et al., 2005; ZANDONADI, 2006; TAYLOR et al., 2006).

Além dos possíveis aditivos, outros estudos avaliam a possibilidade de substituição da farinha de trigo por outros amidos, tais como a farinha de arroz, que apresenta aparência e sabor bastante semelhantes ao da massa produzida com farinha de trigo (ORMENESE; CHANG, 2003); a farinha de sorgo, que além de não conter glúten, apresenta potencial nutracêutico por conter compostos fenólicos antioxidantes. Porém, além de ter sido verificado prejuízo

na qualidade sensorial dos produtos desenvolvidos com este ingrediente, trata-se de produto que não é de fácil acesso (SCHOBER et al., 2005; TAYLOR et al, 2006).

Outra possibilidade para substituição do glúten foi proposta por Zandonadi (2006), em que os produtos sem glúten desenvolvidos foram adicionados de *psyllium* (*Plantago ovata*). Observou-se que essa fibra conduzia a produtos (pão, massa alimentícia, biscoito bolo e massa para pizza) com características sensoriais e tecnológicas semelhantes às daqueles produzidos com farinha de trigo. Verificou-se também redução no teor de lipídios e no valor energético total da preparação, que evita o ganho de peso excessivo dos portadores de DC em tratamento. Porém, o *psyllium* não é um produto muito difundido e, portanto, não é de fácil acesso à população.

Em massas alimentícias também foi testada a farinha de amaranto e de quinoa para portadores de DC, estudo no qual foram comparadas suas características tecnológicas e sensoriais às da massa produzida com semolina. Em relação às características tecnológicas observou-se que a massa modificada apresentou maior perda de resíduos durante a cocção. Porém, em relação às características sensoriais, não houve diferença significativa entre as massas, o que prediz a possibilidade de inclusão desse produto nas refeições dos portadores de DC, apesar de serem produtos de difícil acesso (CHILLO et al, 2007). A utilização desses ingredientes ainda é muito dispendiosa, o que dificulta o acesso dos portadores da doença a esses produtos.

No caso em estudo, o desenvolvimento de alimentos para fins especiais requer a substituição do trigo por outros ingredientes, preferencialmente que

agreguem valor nutricional. Entre as alternativas disponíveis, destaca-se a possibilidade de utilização de farinha produzida a partir da banana verde, até o momento, não explorada na produção de alimentos isentos de glúten.

2.2.1. Banana verde

2.2.1.1 Banana (*Musa spp.*)

A bananeira é uma planta não-lenhosa, cujo tronco é formado por camadas sucessivas de folhas sobrepostas, constituindo um conjunto rígido. O rizoma (caule) é subterrâneo e as bananas se formam a partir de um pseudocaule, que só desenvolve frutos uma única vez e morre em seguida. A bananeira deve ser cortada imediatamente após a colheita, para fortalecer o rizoma, que fornecerá novos brotos (VALLE; CAMARGOS, 2003).

As bananas pertencem à classe *Monocotyledoneae*, da ordem *Scimitales*. A família *Musaceae* possui três subfamílias a principal delas, *Musoideae*, apresenta dois gêneros. O gênero *Musa*, onde se encontram os frutos comestíveis e de interesse tecnológico, é representado por cerca de 30 espécies (Cruz, 1995). Os cultivares mais difundidos no Brasil são os do grupo Prata (*Prata*, *Pacovan* e *Prata-Anã*), do grupo Nanica (*Nanica* ou *Caturra*, *Nanicão* e *Grande Naine*) e Maçã. As variedades Prata e Pacovan ocupam aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil (OLIVEIRA et al., 1999).

2.2.1.2. Produção e comercialização da banana

A banana é uma das frutas mais importantes do mundo, tanto em relação à produção quanto à comercialização. A cultura da banana destaca-se como a quarta cultura de alimento mais importante no mundo após o arroz, o milho e o leite (IZIDORO et al., 2007) e apresenta produção mundial de aproximadamente 72 milhões de toneladas por ano (FAOSTST, 2004).

A boa aceitação da banana se deve aos seus aspectos sensoriais e ao valor nutricional, consistindo em fonte energética, devido à presença de carboidratos, minerais e vitaminas. Contribuem para a sua aceitação a ausência de sementes duras e de suco na polpa, além de sua disponibilidade durante todo o ano (FASOLIN et al., 2007)

Em muitos países, mais que um alimento complementar da dieta da população, a banana apresenta relevância social e econômica, por ser fonte de renda para muitas famílias de agricultores, gerar postos de trabalho no campo e na cidade e contribuir para o desenvolvimento das regiões de produção e de comercialização. Para alguns países, constitui produto de exportação responsável por parte importante dos ingressos relativos à exportação agrícola (FIORAVANÇO, 2003).

A banana é uma das frutas mais cultivadas no Brasil, com produção estimada de 7,0 milhões de toneladas por ano, o que corresponde a aproximadamente 10,0% da produção mundial de banana. Entretanto, o maior produtor mundial desta fruta é a Índia, cuja produção equivale a 24% da produção mundial (IZIDORO et al., 2007).

Devido à sua distribuição em todo território brasileiro torna-se uma matéria-prima de fácil acesso e de baixo custo para a população (LOBO; SILVA, 2003).

Durante o processo de colheita e de comercialização da banana no Brasil, grande parte da produção é perdida em razão de a banana ser uma fruta climatérica^a e pela população ter por hábito de consumir apenas a banana madura (IZIDORO et al., 2007). Em algumas regiões chega-se a perder até 60% da produção, pois a fruta apresenta vida útil muito curta e precisa ser consumida rapidamente. Ademais, quando colhido, o cacho da banana apresenta frutas em diversos estágios de amadurecimento, o que faz com que alguns dos produtos sejam rejeitados por não apresentarem características ideais de consumo. Tais perdas podem ser reduzidas por meio do processamento dessas frutas ainda verdes, que são rejeitadas, e de sua transformação em polpa de banana verde.

2.2.1.3. Farinha de banana verde

A polpa de banana verde, que pode ser desidratada, apresenta 70 a 80% de amido, quantidade que pode ser comparada à do endosperma de grãos como o milho e vegetais como a batata (ZHANG et al., 2005).

Destaca-se na literatura a aplicação da polpa de banana verde na produção de alimentos, pois não promove alteração do sabor, aumenta a quantidade de fibras, proteínas e minerais, além de aumentar o rendimento dos produtos em função da absorção de água (VALLE; CAMARGOS, 2003).

^a Apresenta capacidade de amadurecimento após ser colhida.

A banana apresenta cerca de 100 kcal por 100g de polpa e, embora pobre em proteínas e lipídios, seus teores superam os de outras frutas, como maçã, pêra ou pêssego. Contém tanta vitamina C quanto a maçã, além de razoáveis quantidades de vitamina A, B1, B2, pequenas quantidades de vitaminas D e E, e maior porcentagem de potássio, fósforo e cálcio do que a maçã ou a laranja (FASOLIN et al., 2007). Observa-se por meio da tabela 1 que a composição química da banana é alterada em função do amadurecimento da fruta.

Tabela 1. Composição aproximada das bananas em diferentes estágios de maturação (LII et al., 1982)

Parâmetros (%)	Banana verde	Banana madura
Proteínas	5,30	5,52
Lipídios	0,78	0,68
Fibra	0,49	0,30
Cinzas	3,27	4,09
Amido resistente	62,00	2,58
Sacarose	1,23	53,20

A partir da desidratação da polpa de banana verde é possível se obter a farinha de banana verde, que apresenta sabor suave, podendo substituir outras farinhas sem prejuízo desta característica sensorial (LOBO; SILVA, 2003). A farinha de banana verde, quando adicionada à farinha de trigo, pode ser utilizada como incremento nutricional para sopas, mingaus, massas de panqueca, suflês, pizzas, pães, dentre outros produtos (FASOLIN et al., 2007).

Entre os principais componentes da banana verde estão o amido resistente (AR), podendo corresponder de 55 a 93% do teor de sólidos totais, e as fibras (cerca de 14,5%) (OVANDO-MARTINEZ, 2009). Quando há amadurecimento da banana, esse amido resistente é convertido em açúcares, em sua maioria glicose, frutose e sacarose, dos quais 99,5% são fisiologicamente disponíveis (FASOLIN et al., 2007).

O amido resistente pertence ao grupo de carboidratos complexos. Neste grupo estão incluídos o amido e os polissacarídeos não-amido (como as fibras), os quais possuem diferenças em suas estruturas químicas e em alguns de seus efeitos fisiológicos. As fibras alimentares são polissacarídeos hidrossolúveis diferentes do amido, que se caracterizam pela resistência à hidrólise por meio de enzimas digestivas (ORDONEZ et al, 2005), porém sua fermentação no trato intestinal, favorece o desenvolvimento de ácidos graxos de cadeia curta, podendo auxiliar na prevenção do câncer intestinal.

O amido é formado por dois polímeros, a amilose e a amilopectina, que somente podem ser evidenciados após solubilização dos grânulos e separação e é classificado em função da sua estrutura físico-química e da sua susceptibilidade à hidrólise enzimática. O amido é classificado em: rapidamente digerível quando, ao ser submetido à incubação com amilase pancreática e amiloglicosidase em uma temperatura de 37°C, converte-se em glicose em 20 minutos; lentamente digerível se, nas condições anteriores, é convertido em glicose em 120 minutos; e amido resistente, que resiste à ação das enzimas digestivas (LOBO; SILVA, 2003).

O AR é classificado em três tipos de amido: o tipo 1, representa o grânulo de amido fisicamente inacessível na matriz do alimento, fundamentalmente por causa das paredes celulares e proteínas. Pertencem a este grupo grãos inteiros ou parcialmente moídos de cereais, leguminosas e outros materiais contendo amido, nos quais o tamanho ou a sua composição impede ou retarda a ação das enzimas digestivas; o tipo 2 refere-se aos grânulos de amido nativo, encontrados no interior da célula vegetal, apresentando lenta digestibilidade devido às características intrínsecas da estrutura cristalina dos seus grânulos; e o tipo 3 consiste em polímeros de amido retrogradado (principalmente de amilose), produzidos quando o amido é resfriado após a gelatinização (WALTER, 2005). Nas bananas verdes são encontrados os tipos 1 e 2 (LOBO; SILVA, 2003).

A presença de AR na elaboração de produtos é de interesse tanto para a indústria de alimentos como para o consumidor. O AR pode ser utilizado na elaboração de produtos com reduzido teor de lipídios ou açúcares e auxilia no incremento do volume dos produtos por absorção de água (LAJOLO et al., 2001). Apresenta ainda funções fisiológicas de regulação intestinal, de controle da glicemia, de retardamento no esvaziamento gástrico e pode auxiliar no controle do colesterol (LANGKILDE et al., 2002).

A banana verde tem sido utilizada no tratamento de diferentes distúrbios intestinais em países em desenvolvimento, com a função de proteção da mucosa intestinal, auxílio no tratamento de úlceras por meio do aumento da resistência da mucosa para tecidos danificados. A banana verde apresenta, também, efeito antidiarréico em função do alto teor de AR, que passa pelo

cólon e sofre fermentação bacteriana, formando ácidos graxos de cadeia curta, que também auxiliam na prevenção de câncer intestinal. Estes estimulam a absorção colônica de água e, assim, reduzem as perdas de fluidos nos episódios de diarreias. Além do AR, a banana verde contém minerais (Tabela 2) e pectina, a qual também representa uma fração não digerível, que age por um mecanismo semelhante e tem demonstrado ser útil no tratamento de distúrbios intestinais inclusive das doenças inflamatórias intestinais (RABBANI et al., 2004).

Tabela 2. Composição mineral da farinha de banana verde (adaptada de FASOLIN, 2007).

Componente	Quantidade (mg/100g)	% do valor de ingestão diária recomendada (IDR) (FAO/OMS, 2001)
Fósforo	190,00	27,15
Cálcio	157,67	0,16
Magnésio	30,84	11,86
Zinco	0,54	0,08
Cobre	0,27	30,00
Ferro	3,08	22,00
Manganês	0,14	6,09

É relevante destacar que a presença destes minerais é importante para os portadores de DC em tratamento, uma vez que, em função da atrofia vilositária, grande parte deles apresenta deficiências nutricionais. Tais deficiências podem ser corrigidas por meio da dieta isenta de glúten adequada nutricionalmente ou com auxílio de suplementação.

Alem disso, os subprodutos gerados no processamento dos vegetais, como a banana verde, há poucos anos constituíam problemas econômicos e ambientais. No entanto, atualmente, são consideradas possíveis fontes de compostos que, provavelmente, podem agregar efeitos benéficos à saúde (NAWIRSKA; KWASNIEWSKA, 2005). Além dos possíveis benefícios à saúde, a minimização de resíduos^b descartados pode representar uma alternativa bem sucedida para os setores envolvidos na produção de alimentos, uma vez que os resíduos freqüentemente são caracterizados como potenciais poluidores (HENNINGSSON et al.2004).

Os resíduos alimentícios consistem de sólidos solúveis e insolúveis. Os sólidos solúveis incluem porções de matérias-primas não utilizadas, como frutas e vegetais danificados, folhas, caule, cascas, caroços, pele e sementes. Anteriormente, esses resíduos eram desprezados ou utilizados sem tratamento para ração animal ou como fertilizante. A partir dos anos 80, o uso de subprodutos e outros resíduos agrícolas aumentaram devido à necessidade de prevenir a poluição do meio ambiente, evitar desperdícios e conservar a energia e matérias-primas (HANG, 1992).

Portanto, a utilização da farinha de banana verde na produção de alimentos, além de constituir uma possibilidade de desenvolvimento de alimentos para fins especiais destinados aos celíacos, destaca-se como alternativa para minimizar a produção os resíduos sólidos, com conseqüente redução do desperdício na comercialização da banana, bem como apresenta possibilidade de incremento nutricional. Tais fatores destacam-se no auxílio à

^b parte da matéria-prima não aproveitada

prevenção de doenças, na promoção de qualidade de vida e, possivelmente, podem auxiliar a minimizar os gastos com saúde pública.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver massa alimentícia isenta de glúten, à base de farinha de banana verde.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a possibilidade de substituição de farinha de trigo pela farinha de banana verde na produção de massas alimentícias;

Produzir uma farinha isenta de glúten utilizando-se a polpa de banana verde;

Realizar análise granulométrica das farinhas utilizadas;

Realizar análise da composição química das massas desenvolvidas;

Avaliar as características sensoriais e tecnológicas da massa desenvolvida;

Comparar características das massas à base de farinha de banana verde com as características da massa tradicional à base de farinha de trigo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

6. CONCLUSÃO

Este estudo revela-se importante, em razão do aumento do número de diagnósticos de portadores de DC em todo o mundo, problema de saúde pública, e da constatação de que a única terapia para essa patologia é a retirada do glúten da dieta.

Constatou-se por meio do estudo a possibilidade de produção de massas sem glúten a partir de farinha de banana verde, associada ou não a outras farinhas, sem comprometimento da aceitação do produto. A possibilidade de substituição da farinha de trigo pela farinha de banana verde é relevante para os portadores da doença celíaca, pois poderão consumir produto não disponível no mercado nacional, elaborado a partir de um alimento bastante difundido na produção e na alimentação brasileira e que apresenta características nutricionais relevantes.

Acrescente-se, também que a banana verde é considerada subproduto de baixo valor comercial e de pouca utilização industrial. Para os produtores de banana e para os fabricantes de massas alimentícias representa possibilidade de diversificação e de ampliação de seu mercado. Portanto, o desenvolvimento de produtos derivados da farinha de banana verde, além dos benefícios nutricionais e de ampliação de oferta de alimentos para os celíacos, destaca-se devido ao seu possível potencial nutricional, socioeconômico e ambiental.

Observou-se por meio da análise da composição química das preparações que as massas modificadas apresentaram redução no teor de

lipídios superior a 98% em relação à preparação padrão. Este fato é relevante aos portadores de DC em tratamento, uma vez que as preparações isentas de glúten geralmente apresentam alto teor de lipídios para compensar tecnologicamente a retirada dessa proteína. A associação do aumento do aporte calórico e a melhor absorção de nutrientes dos indivíduos em tratamento, geralmente conduz ao ganho ponderal excessivo, o que pode dificultar a adesão ao tratamento. Verificou-se, também, por meio da composição química, que a quantidade de resíduo mineral encontrado na massa desenvolvida com farinha de banana verde é superior à quantidade de minerais das demais massas, o que pode auxiliar no tratamento de deficiências nutricionais causadas pela DC.

Apesar da quantidade de fibras da massa padrão ser superior à quantidade das massas modificadas, ressalta-se que a farinha de banana verde apresenta alto teor amido resistente, que apresenta ação semelhante à das fibras no organismo.

Do ponto de vista tecnológico, observou-se que a absorção de água da massa produzida com farinha de banana verde é superior à da massa padrão, o que conduz a um maior rendimento da preparação após a cocção, o que pode, também, reduzir o custo da preparação final. Entre as massas avaliadas, verificou-se que a padrão apresenta menor percentual de absorção de água, o que representa menor rendimento da preparação final.

Verificou-se que o tempo de cocção da massa desenvolvida apenas com farinha de banana verde é significativamente superior ao tempo de cocção das demais massas o que provavelmente conduziu à maior liberação de sólidos

solúveis na água de cocção. Destaca-se que em relação às características de cocção, as preparações modificadas, associadas à fécula de batata e à farinha de arroz, apresentaram comportamento mais semelhante à preparação padrão.

Os dados da análise sensorial para os produtos modificados apresentaram boa aceitação tanto pelos portadores como pelos não portadores da DC, o que indica a possibilidade da utilização de farinha de banana verde para ambos os grupos. Observa-se, também, que as massas modificadas apresentaram melhor aceitação que a massa padrão, quando avaliadas por indivíduos não portadores de DC.

Destaca-se que a média de aceitação para quase todos os atributos não apresentou diferença estatística, quando avaliadas por indivíduos não portadores de DC. A única diferença estatística refere-se à média de aceitação da textura da massa padrão, que foi inferior às demais, indicativo de possível preferência dos avaliadores pelas preparações modificadas. Para os indivíduos portadores de DC, os atributos de todas as massas modificadas apresentaram aceitação estatisticamente semelhante. Verificou-se que as massas modificadas adicionadas de farinha de arroz e de fécula de batata fécula foram as que apresentaram maior qualidade sensorial, pelo conjunto de análises realizadas, tanto para os portadores de DC quando para os demais indivíduos. Todavia, a diferença de qualidade entre os macarrões foi muito pequena.

Especificamente, a preparação modificada com utilização apenas da farinha de banana verde apresentou média de aceitação por indivíduos não portadores de DC de aproximadamente 60%, onde o atributo mais

comprometido foi a aparência do produto. Para os portadores de DC, a média de aceitação para esse produto foi de aproximadamente 84%, e o atributo mais comprometido também foi a aparência. Tal fato pode ser justificado pela falta de hábito do consumo de alimentos integrais. Porém, destaca-se a possibilidade de, industrialmente, tentar tornar a farinha de banana verde mais clara a fim de melhorar a aceitação do produto no que diz respeito a esse atributo.

A massa de farinha de banana verde associada à farinha de arroz apresentou melhor aceitação de ambos os grupos de provadores em relação às demais preparações. A média de aceitação para indivíduos portadores de DC foi de aproximadamente 91% e para não portadores de DC de aproximadamente 67%. O atributo que apresentou menor aceitação foi a aparência, como observado em todas as massas avaliadas.

Comparativamente, a massa modificada desenvolvida com farinha de banana verde associada à fécula de batata, apresentou resultados similares à massa associada à farinha de arroz em todas as análises. A média de percentual de aceitação para esta massa foi de aproximadamente 88% para portadores de DC e de 64% para indivíduos não portadores de DC

Por meio do mapa de preferência desenvolvido com dados de aceitação dos indivíduos não portadores de DC, observa-se que os provadores não gostaram da mesma forma dos produtos e que essa variação na aceitação do produto ocorreu mais por fatores internos dos provadores que por fatores intrínsecos aos produtos.

Portanto, constata-se a possibilidade de desenvolvimento de massa sem glúten à base de farinha de banana verde pura ou associada a outras farinhas, como forma de ampliar a oferta de produtos para portadores de DC e de auxiliar na promoção de qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved Methods, 10ed., St. Paul: AACC, 2000.

ACELBRA - Associação Brasileira de Celíacos. Disponível em: <<http://www.acebra.com.br>>. Acesso em 05 novembro 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Resolução RDC No 93 de 31 de outubro de 2000. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/htm>, acesso em 13/02/2002.

AOAC. **Association of Official Methods of Analytical Chemists**. n. 16, 1998.

AOAC. **Association of Official Methods of Analytical Chemists**. n. 15, 1990.

AUTORE, G.; BERTHE, P.; LOUIS, F. Bananas, raw materials for making processed food products. Trends in Food Science & Technology. p. 1-14, 2009.

BAPTISTA, M.L. Doença Celíaca: uma visão contemporânea. **Pediatria**. v. 28, p. 262-71, 2006.

BARUFFALDI, Renato; OLIVEIRA, Maricê Nogueira de. Fundamentos de Tecnologia de Alimentos. Vol.3. Ed. Atheneu. São Paulo, 1998.

BRANDT, K.G.; SILVA, G.A.P.; ANTUNES, M.M.C. Doença celíaca em um grupo de crianças e adolescentes portadores de diabetes mellitus tipo 1. **Arq Bras Endocrinol Metab**. v. 48, p. 823-827, 2004;

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n.27 de 14 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à

informação nutricional complementar. Disponível em: <<http://anvisa.gov.br>>. Acesso em: 10 novembro 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: < <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18822&word=massa%20aliment%C3%ADcia>>. Acesso em 20 outubro 2008.

BUCKLEY, O.; BRIEN, J.O.; WARD, E.; DOODY, O.; GOVENDER, P.; TORREGGIANI W.C. The imaging of coeliac disease and its complications. **European Journal of Radiology**. v. 65, n. 3, p. 483-490, 2008.

CAMARGO, E. B.; BOTELHO, R. B. A. **Técnica Dietética. Seleção e Preparo de Alimentos. Manual de Laboratório**. São Paulo: Atheneu, 2005.

CATASSI, A.; COBELLIS, G. Coeliac disease epidemiology is alive and kicking, especially in the developing world. **Digestive and Liver Disease**. v. 39, p. 908–910, 2007.

CEREDA, M. P. (Coord.) Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. 540p.

CONAB. Brasil: balance de oferta e demanda, 2005. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em 16 maio 2006.

CROVELLA, S.; BRANDAO, L.; GUIMARAES, R.; DE LIMA FILHO, J.; ARRAES, L.C.; VENTURA, A. Speeding up celiac disease diagnosis in the developing countries. **Dig Liver Dis**. v. 39, p. 900–902, 2007.

CRUZ, G. L. **Dicionário das plantas úteis do Brasil** – 5ª Ed. Editora Bertrand do Brasil S. A. Rio de Janeiro, RJ. 1995. 599p.

DI CAGNO, R.; DE ANGELIS, M.; LAVERMICOCCA, P. Proteolysis by Sourdough Lactic Acid Bacteria: Effects on Wheat Flour Protein Fractions and Gliadin Peptides Involved in Human Cereal Intolerance. **Applied and Environmental Microbiology**. v. 68, p. 623-633, 2002.

Dietary Reference Intake, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. 1999-2001.

DONNELLY, B.J. Pasta products: Raw material, Technology, Evaluation. **The Macaroni Journal**, v. 61, n. 1, p. 6-18, 1979.

FAO/OMS - Human Vitamin and Mineral Requirements, Report 7ª Joint FAO/OMS Expert Consultation Bangkok, Thailand, 2001.

FAOSTAT (2004). Disponível em: < <http://faostat.fao.org>>. Acesso em 01 março 2009.

Available from

FARRELL, R.J.; KELLY, C.P. Celiac sprue. *N Engl J Med*. v. 346, p.180-88, 2002.

FASANO, A.; CATASSI, C. Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spetrum. **Gastroenterol**. v. 120, p. 636-651, 2001.

FASANO, A.; ARAYA, M.; BHATNAGAR, S.; CAMERON, D.; CATASSI, C.; DIRKS, M.; MEARIN, M.L.; ORTIGOSA, L.; PHILLIPS, A. Federation of

International Societies of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Consensus Report on Celiac Disease. **J Pediatr Gastroenterol Nutr.** v. 47, n. 2, p. 214-219, 2008.

FASOLIN, L.H.; ALMEIDA, G.C.; CASTANHO, P.S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. Chemical, physical and sensorial evaluation of banana meal cookies. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 27, n.3, p. 787-792, 2007.

FERREIRA, S. M. R. **Controle da Qualidade em Sistemas de Alimentação Coletiva I.** São Paulo: Varela, 2002. 173p.

FIORAVANÇO, J. C. Mercado mundial da banana: produção, comércio e participação brasileira. **Informações Econômicas.** v. 33, n. 10, p. 15-27, 2003.

GAN, J.; RAFAEL, L.G.B.; CATO, L.; SMALL, D.M. Evaluation of the potential of different rice flours in bakery formulations. **Proceedings of the 51st Australian Cereal Chemistry Conference.** p. 309–312, 2001.

GOBETTI, M.; RIZZELLO, C.G.; DI CAGNO, R.; DE ANGELIS, M. Sourdough lactobacilli and celiac disease. **Food Microbiology.** v. 24, p.187–196, 2007

GRANADA, G.G.; ZAMBIAZI, R.C.; MENDONÇA, C.R.B.; SILVA, E. Caracterização física, química, microbiológica de geléias light de abacaxi. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 25, n. 4, p. 629-635, 2005.

HAUSCH, F. et al. Intestinal digestive resistance of immunodominant gliadin peptides. **Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.** v. 283, p. 996-1003, 2002.

HEMAVATHY, J.; BHAT, K.K. Effect of particle size on viscoamylographic behaviour of rice flour and vermicelli quality. **Journal of Texture Studies**, v. 25, p. 469-476, 1994.

HEBBEL, Hermann Schmidt. Aditivos y Contaminantes de Alimentos. Editora Fundacion Chile. Santiago-Chile. 1979.

HENNINGSSON, S.; HYDE, K.; SMITH, A.; CAMPBELL, M. The value of resource efficiency in food industry: a waste minimisation project in East Anglia, UK. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, p. 505-512, 2004.

HILL, I.D.; BHATNAGAR, S.; CAMERON, D.J.S.; DE ROSA, S.; MAKI, M.; RUSSELL, G.J.; TRONCONE, R. Celiac Disease: Working Group Report of the First World Congress of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition. **J pediatr Gastroenterol Nutr**. v. 35, n. 2, p. 78-88, 2002.

HUMMEL, C. **Macaroni products**. London: Food Trade Press, 1966, 287p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. IAL. 1985.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2002-2003. **Aquisição alimentar domiciliar per capita Brasil e Grandes Regiões**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

IZIDORO, D.R.; SCHEER, A. P.; SIERAKOWSKI, M.R.; HAMINIUK C.W.I. Influence of green banana pulp on the rheological behaviour and chemical

characteristics of emulsions (mayonnaises) chemical characteristics of emulsions (mayonnaises). **LWT**. v. 41, p. 1018–1028, 2008.

KANG, M.Y.; CHOI, Y.H.; CHOI, H.C. Korean J. **Food Sci. Technol.** v. 29:700–704, 1997.

KENNY, S.; WEHRLE, K.; AUTY, M.; ARENDT, E.K. Influence of sodium caseinate and whey protein on baking properties and rheology of frozen dough. **Cereal. Chem.** v. 78, p. 458–463, 2001.

KORUS, J.; WITCZAK, M.; ZIOBRO, R.; JUSZCZAK, L. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. **Food Hydrocolloids**. v.23, p.988–995, 2009.

LAJOLO, F. M.; SAURA-CALIXTO, F; WITTIG DE PENNA, E.; MENEZES, E.W. **Fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos.** Proyecto CYTED XI.6 "Obtención y caracterización de fibra dietética para su aplicación en regímenes especiales"/ CNPq. Editora Varela, São Paulo. 469p, 2001.

LANGKILDE, A.M.; CHAMP, M.; ANDERSSON, H. Effects of high-resistant-starch banana flour (RS2) on in vitro fermentation and the small-bowel excretion of energy, nutrients, and sterols: an ileostomy study. **Am J Clin Nutr.** v. 75, p. 104–111, 2002.

LEPERS, S. et al.. Celiac disease in adults: new aspects. **La revue de médecine interne**. v. 25, p. 22-34, 2004.

LII, C. Y.; CHANG, S. M.; YOUNG, Y. L. Investigation of the physical and chemical properties of banana starches. **Journal of Food Science**, v.47, p.1493-1497, 1982.

LOBO, A.R.; LEMOS SILVA, G.M. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista Nutrição**. v. 16(2), p.219-226, 2003.

MAKI, M.; COLLIN, P. Coeliac disease. **Lancet**. v. 349, p. 1755-59, 1997.

MEARIN, M.L. Celiac Disease among children and adolescents. **Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care**. v. 37, p. 86-105, 2007.

NAWIRSKA, A. e KWASNIEWSKA, M. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing residue. **Food Chemistry**, v. 91, p. 221-225, 2005.

NOBRE, S.; SILVA, T.; CABRAL, J.E.P. Doença celíaca revisitada. **J Port Gastreterol**. v. 14, p.184-93, 2007.

OLIVEIRA, S. O. de; ALVES, E. J.; SHEPHERD, K.; DANTAS, J. L. L. Cultivares. In: ALVES, E. J. (Org.) **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2.ed., Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF. 1999, p.85-105.

ORDONEZ, J.A. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed. 2005, v. 1, 294p.

ORMENESE, R.C.; CHANG, Y. Massas alimentícias de arroz: uma revisão. B. Ceppa. Curitiba, v.2, n. 2, p. 176 – 192, 2002.

ORMENESE, R.C.; CHANG, Y.K. Macarrão de Arroz: características de cozimento e textura em comparação com o macarrão convencional e aceitação pelo consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.6, n.1, p.91-97, 2003.

OVANDO-MARTINEZ, M. et al. Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. **Food Chemistry**. v. 113, p. 121–126, 2009.

PAGANI, A.; RESMINI, P.; DALBON, G. Formulazione e produzione di paste alimentari a partire da materia prima non convenzionale. **Tecnica Molitoria, Pinerdo**, v. 32, n.5, p. 1-24, 1981.

PAGANI, M.A. Pasta products from non conventional raw materials. In: MERCIER, C.; CANTARELLI, C. **Pasta and extrusion cooked foods: some technological and nutritional aspects**. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1986. p. 52-68.

PRATESI, R.; GANDOLFI, L.; GARCIA, S.G.; MODELLI, I.C.; LOPES DE ALMEIDA, P.; BOCCA, A.L. Prevalence of coeliac disease: unexplained age-related variation in the same population. **Scand J Gastroenterol**.v. 38, p. 747–50, 2003.

PRATESI, R.; GANDOLFI, L. Doença celíaca: a afecção com múltiplas faces. **J. Ped.** v. 81, n. 5, p.357-358, 2006.

Schober TJ, Messerschmidt M, Bean SR, Park SH, Arendt EK. Gluten-free bread from sorghum: quality differences among hybrids. **Cereal Chemistry**. v. 82, p. 394–404, 2005.

SDEPANIAN, V.L.; MORAIS, M.B.; FAGUNDES-NETO, U. Doença celíaca: avaliação da obediência à dieta isenta de glúten e do conhecimento da doença pelos pacientes cadastrados na Associação dos Celíacos do Brasil (ACELBRA). **Arq Gastroenterol**. v.38, p. 232-39, 2001.

SIEGEL, M.; XIAB, J.; KHOSLA, C. Structure-based design of α -amido aldehyde containing gluten peptide analogues as modulators of HLA-DQ2 and transglutaminase. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**. v. 15, p. 6253–6261, 2007.

SOLLID L.M.; KHOSLA, C. Future therapeutic options for celiac. disease. *Nat. Clin. Pract. Gastroenterol. Hepatol*. v. 2, p. 140–147, 2005.

SOZER, N. Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums. **Food Hydrocolloids**. v. 23, n. 850, 849–855, 2009.

TAYLOR, J.R.N.; SCHOBBER, T.J.; BEAN, S.R. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *Journal of Cereal Science*. v. 44, p.252–271, 2006.

UTIYAMA, S.R.R.; REASON, I.J.T.M.; KOTZE, L.M.S. Aspectos genéticos e imunopatogênicos da doença celíaca: visão atual. **Arq Gastroenterol**. v. 41, p. 121-128, 2004.

VALLE, H.F.; CAMARGOS, M. **Yes, nós temos banana**. Editora Senac. São Paulo, 2003.

WALTER, M. Amido resistente: metodologias de quantificação e resposta biológica em ratos. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2005. 104 p. Dissertação (Mestrado). Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de alimentos, 2005.

WOODWARD, J. Coeliac disease. **Medicine**. v.35, n.4, p. 226-230, 2007.

XIA, J.; BERGSENG, E.; FLECKENSTEIN, B.; SIEGEL, M.; KIM, C.; KHOSLA, C.; SOLLID, L. Cyclic and dimeric gluten peptide analogues inhibiting DQ2-mediated antigen presentation in celiac disease. **Bioorg. Med. Chem.** v. 15, n. 20, p. 6565 – 6573, 2007.

ZAMBRANO, F.; HIKAGE, A.; ORMENESE, R.C.C.; MONTENEGRO, F.M.; RAUEN-MIGUEL, A.M. Efeito das Gomas Guar e Xantana em Bolos como Substitutos de Gordura. Braz. **J. Food Technol.** v.8, n.1, p. 63-71, 2005.

ZANDONADI, R. P. Psyllium como substituto do glúten. Brasília: Universidade de Brasília, 2006. 107p. Dissertação (Mestrado) - Pós-graduação em Nutrição Humana da Universidade de Brasília, 2006.

ZHANG, P.; WAMPLER, J.L.; BHUNIA, A.K.; BURKHOLDER, K.M.; PATTERSON, J.A.; WHISTLER, R. L. Effects of arabinoxylans on activation of murine macrophages and growth performance of broiler chicks. **Cereal Chemistry**. v. 81, p. 511–514, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE 1. Ficha de avaliação sensorial

Análise sensorial de macarrão

Nome:

Data:

Você está recebendo amostras de macarrão com molho de tomate. Por favor, prove-as da esquerda para a direita e dê a nota que melhor reflita seu julgamento de acordo com a escala abaixo.

- 9 – gostei extremamente
- 8 – gostei muito
- 7 – gostei moderadamente
- 6 – gostei ligeiramente
- 5 – não gostei nem desgostei
- 4- desgostei ligeiramente
- 3- desgostei moderadamente
- 2- desgostei muito
- 1- desgostei extremamente

Código	Avaliar sem o molho		Avaliar com o molho		
	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Qualidade global
572					
610					
288					
901					

APÊNDICE 2. Ficha técnica de preparação da massa padrão**FICHA DE PREPARAÇÃO**NOME DA PREPARAÇÃO: Massa alimentícia integral - PADRÃO

INGREDIENTES	Peso Bruto	Peso líquido	FC	Custo R\$	Modo de Preparo
Farinha de trigo integral	153,00	153,00	1,00	0,69	Misturar todos os ingredientes. Abrir a massa e passar pela máquina para cortar em tiras. Desidratar em estufa a 60°C por 2 horas.
Ovo	115,3	99,4	1,16	0,55	

VET total= 842,93 Kcal

PTN 44,62g – 178,48Kcal - 21,17%

LIP 13,25g – 119,25Kcal – 14,15%

CHO 136,3g – 545,2Kcal – 64,68%

Índice de absorção (após cocção): 2,63

Rendimento (massa crua): 231,00g

Rendimento (massa cozida): 607,53g

Porção: 100g

Custo da massa: R\$1,24

Custo por porção: R\$0,21

APÊNDICE 3. Ficha técnica de preparação da massa de banana verde**FICHA DE PREPARAÇÃO**NOME DA PREPARAÇÃO: Massa de banana verde

INGREDIENTES	Peso Bruto	Peso líquido	FC	Custo R\$	Modo de Preparo
Farinha de banana verde	100,00	100,00	1,00	0,00	Misturar todos os ingredientes. Abrir a massa e passar pela máquina para cortar em tiras. Desidratar em estufa a 60°C por 2 horas.
<i>Goma xantana</i>	5,00	5,00	1,00	1,75	
Água	35,00	35,00	1,00	0,00	
Ovo (só a clara)	112,00	68,00	1,65	0,35	
<i>Goma guar</i>	5,00	5,00	1,00	0,30	

VET total= 594,0 Kcal

PTN 16,6g - 66,4Kcal - 11,2%

LIP 0,0g – 0,0 Kcal – 0,0%

CHO 131,9g – 527,6Kcal – 88,8%

Índice de absorção (após cocção): 4,02

Rendimento (massa crua): 178g

Rendimento (massa cozida): 715,6g

Porção: 100g

Custo da massa: R\$2,40

Custo por porção: R\$0,59

APÊNDICE 4. Ficha técnica de preparação da massa de banana verde associada à fécula de batata

FICHA DE PREPARAÇÃO

NOME DA PREPARAÇÃO: Massa alimentícia de banana verde e fécula de batata

INGREDIENTES	Peso Bruto	Peso líquido	FC	Custo R\$	Modo de Preparo
Farinha de banana verde	50,00	50,00	1,00	0,00	Misturar todos os ingredientes. Abrir a massa e passar pela máquina para cortar em tiras. Desidratar em estufa a 60°C por 2 horas.
<i>Goma xantana</i>	5,00	5,00	1,00	1,75	
<i>Fécula de batata</i>	50,00	50,00	1,00	1,15	
Água	25,00	25,00	1,00	0,00	
Ovo (só a clara)	112,00	68,00	1,65	0,35	
<i>Goma guar</i>	5,00	5,00	1,00	0,30	

VET total= 607,3 Kcal

PTN 12,3g – 49,2Kcal - 8,1%

LIP 0,1g – 0,9 Kcal – 0,2%

CHO 139,3g – 557,2Kcal – 91,7,8%

Índice de absorção (após cocção): 3,53

Rendimento (massa crua): 175g

Rendimento (massa cozida): 617,75g

Porção: 100g

Custo da massa: R\$3,55

Custo por porção: R\$1,00

APÊNDICE 5. Ficha técnica de preparação da massa de banana verde associada à farinha de arroz

FICHA DE PREPARAÇÃO

NOME DA PREPARAÇÃO: Massa de banana verde e farinha de arroz (sem glúten)

INGREDIENTES	Peso Bruto	Peso líquido	FC	Custo R\$	Modo de Preparo
Farinha de banana verde	50,00	50,00	1,00	0,00	Misturar todos os ingredientes. Abrir a massa e passar pela máquina para cortar em tiras. Desidratar em estufa a 60°C por 2 horas.
<i>Goma xantana</i>	5,00	5,00	1,00	1,75	
<i>Creme de arroz</i>	50,00	50,00	1,00	0,33	
Água	25,00	25,00	1,00	0,00	
Ovo (só a clara)	112,00	68,00	1,65	0,35	
<i>Goma guar</i>	5,00	5,00	1,00	0,30	

VET total= 603,2 Kcal

PTN 17,7g – 70,8Kcal - 11,8%

LIP 0,1g – 0,9 Kcal – 0,1%

CHO 132,9g – 531,5Kcal – 88,1%

Índice de absorção (após cocção): 3,67

Rendimento (massa crua): 174g

Rendimento (massa cozida): 638,6g

Porção: 100g

Custo da massa: R\$2,73

Custo por porção: R\$0,74

ANEXO 1. Artigo enviado para publicação no LWT - Food Science & Technology

Green banana pasta: an alternative for gluten-free diets

ABSTRACT

Introduction: Celiac disease (CD) is an immunomediated enteropathy that causes permanent intolerance to gluten in genetically predisposed individuals, and which affects approximately 0.3 to 1.0% of the population. The only current treatment for CD is a gluten-free diet, which is not a simple task due to problems adapting to modified products as well as difficulty finding gluten-free products on the market. Furthermore, modified food products lose sensory and technological characteristics, and have increased lipid fractions in order to compensate the modifications. Here the focus is on developing gluten-free food products with sensory, nutritional, and technological characteristics that improve adherence to the treatment and promote the quality of life of these individuals.

Objective: The objective of this study was to evaluate the effects that substituting wheat flour with green banana flour brought upon the sensory characteristics of noodle dough and to compare the chemical, technological, and sensorial characteristics with the standard preparation for this type of pasta.

Methods: This study takes an exploratory and quantitative approach that is divided into six steps: preparation and selection, chemical analysis, sensory analysis, technological analysis, and statistical analysis. **Results:** It was observed that preparations modified by substituting wheat flour with pure green banana flour, or green banana flour mixed with potato starch or rice flour

presented greater acceptance than standard preparations. All the modified pastas presented more than 98% less lipid content and pure green banana pasta presented an increment of minerals. **Conclusion:** Producing pasta made with green banana flour, whether mixed with other flours or not, is important to people who suffer from celiac disease in that they will consume a product that is not available on the national market, and is developed from a food product that is wide-spread in Brazilian foods and production. Furthermore, green bananas are considered a sub-product of low commercial value with little industrial use. Therefore, this represents possibilities for diversifying and broadening the market for banana growers and pasta producers. However, the greatest of these is the possibility for developing gluten-free pasta made with pure green banana flour or green banana flour mixed with other flours that will expand the product supply for people with CD and will contribute to improving their quality of life.

Key words: celiac disease, gluten, pasta, green bananas

INTRODUCTION

Celiac disease (CD) is an immunomediated enteropathy that affects 0.3⁽¹⁾ to 1.0% of the world population. It is characterized by permanent intolerance to gluten in genetically predisposed individuals and results in intestinal lesions with varying degrees of severity. CD is caused by immunological, genetic, and environmental factors, and by gluten found in certain foods^(3,4).

The only current form of treatment for CD is to remove gluten from diets. Following a strict gluten-free diet is neither practical nor easy to accomplish

because of problems adapting to modified products and difficulties finding gluten-free products on the market, which when found, are very expensive⁽⁵⁾.

According to the Brazilian Celiac Foundation⁽⁶⁾, noodles are one of the products that are most highly demanded by people with celiac disease. Research from latest Family Budget Research – POF (Pesquisa de Orçamento Familiar) in Brazil indicates that the consumption of noodles per capita is approximately 4,5 kg per year, and in the world, consumption reaches 13.6 kg⁽⁷⁾.

Although there is no need for fermentation, rising, or aeration, noodles are traditionally made from wheat products because the consistency and elasticity of the dough depends on the strength of the gluten, which also reduces the release of starch particles in the water during the cooking process. The quality differences seen in cooking traditional pasta are mostly due to gluten content⁽⁸⁾, and can be explained⁽⁸⁾ by the variety in the content and protein composition of the flour and the farinaceous materials.

The process of removing gluten from non-conventional pasta includes seeking a structure similar to gluten by using technology that explores the functional properties of starch in raw materials or by adding flours that are rich in protein or other ingredients that have similar characteristics to gluten in food⁽⁹⁾.

Based on the evidence, it is important to seek alternatives that encourage sensory and technological characteristics similar to those found in wheat-based preparations, besides perfecting and developing other food options that would expand product supply and encourage greater acceptance of

new food standards by people with celiac disease, and therefore improving their quality of life.

Here the focus is on the possibility of using green banana flour to produce pasta products, with the possibility of aggregating bioactive compounds and reducing preparation costs. This preparation is comprised of dehydrating green banana biomass (green bananas cooked in a pressure cooker and then triturated until it forms a paste)⁽¹⁰⁾.

In many countries, besides supplementing the diet of the people, bananas are socially and economically important as a source of income for many agricultural families. They provide jobs and contribute to the development of regions where they are grown. In other countries, exporting bananas plays a significant role in cash inflow from agricultural exports⁽¹¹⁾.

Brazil produces an estimated 7 million tons of bananas per year, which corresponds to 9.3% of worldwide banana production⁽¹²⁾. Because they are found throughout Brazil, they are easily accessible at low costs to consumers.

Green banana flour has a high quantity of resistant starch (approximately 74% of its composition) that contributes to controlling glycemic indexes, cholesterol, gastric fullness, intestinal regularity, and fermentation by intestinal bacteria, and it produces short chain fatty acids that can prevent cancer in intestinal cells⁽¹⁰⁾. Curiously enough, one of the first proposed treatments for CD was by Haas in 1924, where he suggested a banana diet. Patients who consumed bananas alone showed signs of remission⁽¹³⁾.

This, therefore, lead to researching the possibility of developing gluten-free pasta products by using green banana flour and comparing its sensory, chemical, and nutritional characteristics to standard preparations.

MATERIALS AND METHODS

This study takes an exploratory and quantitative approach that is divided into six steps: preparation and selection, chemical analysis, technological analysis, sensory analysis of the products, and statistical analysis of the data. Three pastas made from green banana flour were developed, along with one pasta made from whole wheat that was used as the standard for comparison. The first pasta was made with only green banana flour (GB); the second pasta was made with 50% green banana flour mixed with 50% rice flour; and the third pasta was made with 50% green banana flour mixed with 50% potato starch. Table 1 presents a list of ingredients and the respective proportions used in the recipes.

Table 1. List and percentage of ingredients in the preparations

Standard		GB ^a		RF ^b		PS ^c	
%	ingredients	%	ingredients	%	ingredients	%	ingredients
60.6	whole wheat flour	47.0	Green Banana flour	25.6	Green Banana flour	25.6	Green Banana flour
39.4	Eggs	2.5	Xanthan gum	25.6	Rice Flour	25.6	Potato Starch
		2.5	Guar gum	2.5	Xanthan gum	2.5	Xanthan gum
		16.4	Water	2.5	Guar gum	2.5	Guar gum
		31.6	Egg whites	12.0	Water	12.0	Water
				31.8	Egg whites	31.8	Egg whites

^a Preparation modified by using only green banana flour as starch

^b Preparation modified by substituting starch with banana flour mixed with rice flour

^c Preparation modified by substituting starch with banana flour mixed with potato starch

In producing each pasta product, the ingredients were mixed for 30 minutes for complete homogenization. The dough was rolled out and cut into fettuccine strips, and then dehydrated in a kiln at 60°C for two hours.

Analyses were done in triplicate to determine moisture⁽¹⁴⁾, fixed mineral residue⁽¹⁵⁾, protein⁽¹⁵⁾, fiber⁽¹⁴⁾, and lipids⁽¹⁵⁾, and then averages were taken when no statistically significant differences were detected in the results. Carbohydrates (HCT) were calculated by finding the difference by subtracting the numbers for moisture, fiber, protein, lipids, and fixed mineral residue from 100. The averages taken of fat and protein totals in grams, and the carbohydrates found by using the afore mentioned method and multiplying them by 9, 4, and 4 respectively, were used to calculate the gross energy values (Atwater factors).

Cooking times, the coefficients of water absorption, the increase in volume, and the loss of soluble solids⁽¹⁶⁾ were evaluated to determine the cooking quality of the pasta.

To determine the levels of taster acceptance of the modified preparations, sensory tests were applied using an affective quantitative method type with a hedonic scale of nine points (9 – extreme like to 1 – extreme dislike). These tests were done with 50 untrained tasters (aged between 20 and 32; 50% men and 50% women), who were not averse to noodles and did not have celiac disease. The tasters were recruited randomly from among university students in Brasil. The tests were administered between 9:30 and 11:00 a.m.

The attributes that were evaluated were appearance, aroma, flavor, texture, and overall quality of the product.

Subsequently, percentages and averages of acceptance were calculated and internal preference maps were obtained by using the Principal Components Analysis and Hierarchical Cluster Analysis to group the tasters in segments according to the Wald method, using the XLStat program. The sensory tests and the technology were analyzed using the STATISTICA® 6.0 program and ANOVA statistics were applied using a minimum significant difference test ($\alpha = 5\%$). The experimental delineation was in casualized blocks where each taster is a block.

The results of the physical-chemical analyses and the energy values of the standard and modified samples were obtained by determining the average of the numbers found.

RESULTS AND DISCUSSION

The results obtained from this study prove that totally substituting wheat flour for pure green banana flour or green banana flour mixed with potato starch or rice flour opens doors to develop food products that meet specific physiological needs like CD, or what is called industrial food production for special needs.

In developing the modified pastas, substituting whole-wheat flour for other mixed flours and substituting eggs for just the egg whites was prioritized. These alterations were intended to reduce lipid content and increase the protein value of the modified pastas, given that removing the gluten causes the loss of

an important protein fraction that enables sensory and technological characterization in pasta products.

Animal protein products normally used in non-conventional pastas to create a protein network are the derivatives of milk, fish, or proteins derived from microorganisms. The technological requirements for these ingredients are perfect initial solubility and rapid coagulation during thermal treatment (drying or cooking). It is important to note that egg protein, especially egg whites, has a strong influence on the quality of pasta products due to its high protein content that can be coagulated at low temperature heat⁽¹⁷⁾.

The modified pastas were dehydrated in an oven at 60°C, at which temperature egg whites coagulate, because when protein substances are added to form a protein network and submitted to heat it is possible to obtain quality non-conventional pasta. Therefore, drying pasta at high temperatures creates a protein network that envelops the starch during later cooking and prevents its release in the cooking water. In this manner, the pasta is less sticky, which is typical of gluten-free non-conventional pasta.

Besides non-conventional flours, a combination of guar and xanthan gums were used in the same proportions to create firmness, elasticity, moisture, and uniformity in the pasta, which are characteristics of gluten in pasta. The measurement proportion used for adding the gums was 10% of the quantity of added flour, a proportion similar to that of gluten in wheat flour.

Analyses of the chemical composition of the preparations (Table 2) revealed that modified pastas had decreased levels of lipid content of over 98%. This fact is relevant to patients with CD that are undergoing treatment in that

gluten-free preparations typically have high levels of lipid content to technologically compensate the removal of protein. The combination of increasing calorie intake and having better nutrient absorption generally leads to excessive weight gain in patients undergoing treatment, which can make continued treatment difficult.

Table 2. Chemical composition of modified and standard pastas

	Whole wheat flour (standard)	GB	RF	PS
Moisture (%)	10.81	11.77	11.57	10.53
Lipids (%)	5.74	0.00	0.06	0.06
Protein (%)	19.32	9.30	10.05	7.04
Fibers (%)	3.33	2.08	1.01	1.03
Ashes (%)	1.80	2.75	1.81	1.72
Carbohydrates (%)	59.00	74.10	75.5	79.62

In the rows, averages with by same letters do not differentiate amongst themselves in the LSD test ($p < 0.05$)

It was also discovered that the quantity of mineral residues found in the pasta made with green banana flour is superior to the quantity of minerals in other pastas, which can aid in treating nutritional deficiencies caused by CD.

Although the quantity of fibers in the standard pasta is higher than that found in the modified pastas, it is important to note that green banana flour is made up of 55 to 93% resistant starch, which acts similarly to fiber in the body⁽¹⁰⁾. Due to the lack of an adequate method to determine resistant starch, its content was added to the carbohydrate content. It is also important that the modified preparation made with only green bananas had higher levels of fiber content than the other modified preparations due to the fact that rice flour and

potato starch are basically made up of starch and do not present relevant fiber content.

The averages of the experimental results of cooking the pastas in question are presented in table 3.

Table 3. Cooking characteristics of the pastas

Pasta	Cooking time (minutes)	Water absorption (%)	Volume increase (%)	Loss os solids (%*/ml)
Standard	6 ^b	263.23 ^a	404.76 ^a	4.48 ^a
PS	6 ^b	353.01 ^b	428.57 ^a	7.33 ^b
GB	8 ^c	401.73 ^c	452.38 ^a	1.,75 ^c
RF	5 ^a	367.94 ^b	404.76 ^a	7.44 ^b

In the columns, averages with the same letters do not differentiate amongst themselves in the LSD test ($p < 0.05$).

It was verified that the cooking time for pasta made with only green banana flour is significantly longer than the cooking time for other pastas. It is most likely that this longer cooking time also caused greater release of soluble solids in the cooking water. The standard preparation released less soluble solids in the water due to its gluten content, and similar behavior was noted in the preparations that were made with added potato starch or rice flour.

Furthermore, the green banana pasta showed greater water absorption, which leads to higher yield after cooking, which can in turn reduce the cost of the final preparation. Among the evaluated pastas, the standard one presents a lower percentage of water absorption, which indicates a lower yield in the final preparation.

The preference map (Figure 1) shows that the 50 tasters did not express similar appreciation of the products. There are several variation factors in the acceptability of the product. These factors can be in the tasters themselves

(age, sex, social class, eating habits, physiological factors, among others), or in the food (physical, sensory, and chemical characteristics). The interaction between the various factors explains why some people might love one food product and others might hate the same product.

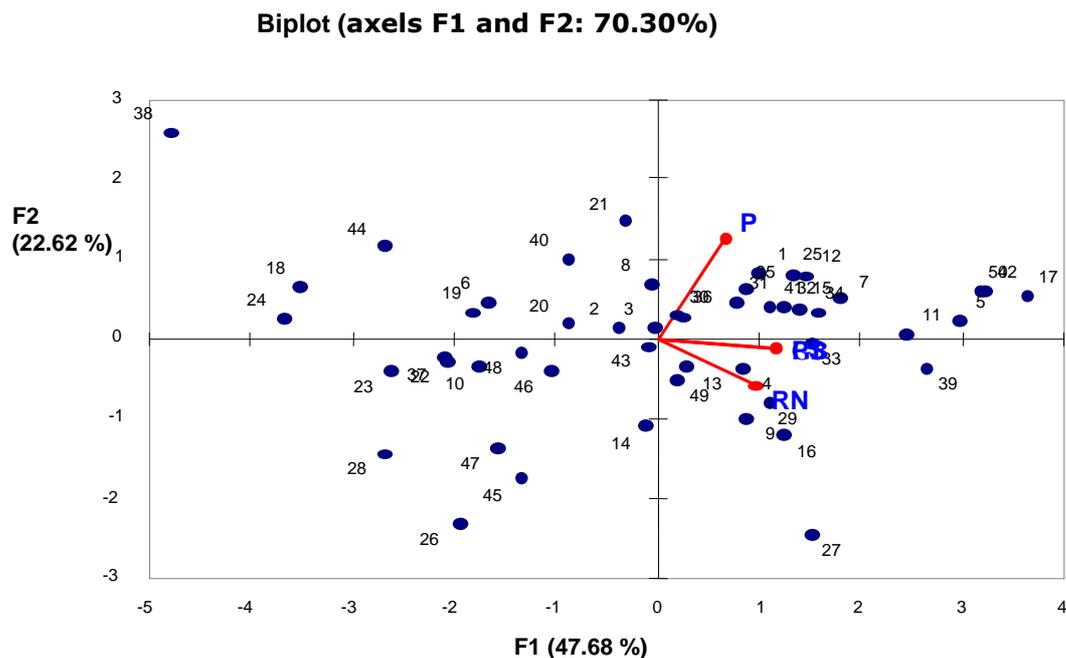


Figure 1. Internal preference map for the noodles. P = wheat noodles; GB = banana noodles; PS = starch noodles; RN = rice noodles.

The map indicates that the variation in acceptance of the product is due mostly to taster factors than to factors intrinsic to the products. This is based on the fact that the tasters that liked the product (located in the same quadrants on the map as the products) liked all of them.

On the other hand, those that didn't like the noodles, equally disliked all of them (tasters in the left quadrants). The horizontal component of the map explains 47.68% of the acceptance variation. The other 22.62% are explained in the vertical component. In this component there is a segment of tasters that

liked the wheat noodles (tasters in the upper quadrants), and another segment that preferred the rice noodles (tasters in the lower quadrants). There was no indication of preference between the banana or starch noodles in this component, seeing as its vectors are very close to zero on the vertical axel.

Percentage calculations and acceptance averages were used to characterize the acceptance of the product. Table 4 shows that on average there is no significant difference between the pastas in terms of their appearance, aroma, flavor, and overall quality. However, there was less acceptance of the whole-wheat noodle texture. This result can be explained by the fact that Brazilian consumers tend to over-cook noodles. The wheat noodles, the only ones to have the viscoelastic network provided by gluten, were possibly considered harder than what is common to the tasters.

Table 4. Acceptance averages of the pastas

	Wheat	Banana	PS	RF
Appearance	5.38a	4.90a	5.40a	5.30a
Aroma	5.68a	5.92a	5.88a	5.88a
Flavor	5.72a	5.92a	6.30a	6.12a
Texture	5.46b	6.00a	6.38a	6.26a
Overall quality	5.93a	6.13a	6.42a	6.38a

In the rows, averages with the same letters do not differentiate amongst themselves (<0.05)

An analysis of the acceptance percentages (Table 5) demonstrates that the pasta modified with added rice flour received most points in all the attributes evaluated, and the noodles modified with added potato starch was the second most well accepted pasta.

Table 5. Acceptance percentages of the noodles

	Banana	Starch	Rice	Flour
Appearance	42	52	56	52
Aroma	56	58	58	50
Flavor	64	70	70	56
Texture	68	70	72	50
Overall quality	68	70	78	60

It can also be observed that all the modified pastas were better accepted than the standard pasta, which indicates that this product can possibly be commercialized both to those who suffer from CD as well as to those who don't. The pastas modified with added rice flour and potato starch had greater sensory quality, according to all the analyses performed. However, the difference in quality between the noodles was very small.

CONCLUSION

The importance of this study is that it confirms an increase in CD diagnoses around the world, and the only treatment available for this pathology is a gluten-free diet. It can be concluded from the partial data presented in this research that pasta made with green banana flour presents a chemical composition very similar to standard pastas made with whole-wheat flour, and the pasta made with banana flour mixed with other starches presents characteristics even more similar to those using standard preparations.

Producing pasta products made with green banana flour mixed or not with other flours is important to people with celiac disease, who will consume a product that is not available in the national market, and made from a food product that is widespread in Brazilian production as well as in Brazilian eating

habits. Furthermore, green bananas are considered a sub-product of little commercial value and insignificant industrial benefit. To banana growers and to pasta product makers, this represents the possibility of diversifying and expanding their market.

However, the main focus is the possibility of making gluten-free pasta with pure green banana flour or green banana flour mixed with other flours that will increase the product supply for people with CD and to help in promoting better quality of life for them.

REFERENCES

1. Fasano A, Catassi C. Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. *Gastroenterol.* 2001;120:636-651, 2001.
2. Catassi A, Cobellis G. Coeliac disease epidemiology is alive and kicking, especially in the developing world. *Digestive and Liver Disease.* 2007;39:908–910.
3. Pratesi R, Gandolfi L. Doença celíaca: a afecção com múltiplas faces. *J. Ped.* 2006; 81(5):357-358.
4. Fasano A, Araya M, Bhatnagar S, Cameron D, Catassi C, Dirks M, Mearin ML, Ortigosa L, Phillips A. Federation of International Societies of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Consensus Report on Celiac Disease. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2008;47(2):214-219.
5. Eckert R, Berghofer E, Ciclitira PJ, Chirido F, Denery-Papini S, Ellis HJ, Ferranti P, Goodwin P, Immer U, Mamone G, Méndez E, Mothes T, Novalin S, Osman A, Rumbo M, Stern M, Thorell L, Whim A, Wieser H. Towards a new

gliadin reference material–isolation and characterisation. [Journal of Cereal Science](#). 2006; [43\(3\)](#):331-341.

6. ACELBRA - Associação Brasileira de Celíacos. Disponível em: <<http://www.aceibra.com.br>>. Acesso em 05 novembro 2008.

7. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de orçamentos familiares 2002-2003. Aquisição alimentar domiciliar per capita Brasil e Grandes Regiões. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

8. Kruger JE, Matsuo RB, Dick JW. Pasta and Noodle Technology. St. Paul: American Association of Cereal Chemists. 1996:356.

9. Pagani MA. Pasta products from non conventional raw materials. In: Mercier C, Cantarelli C. Pasta and extrusion cooked foods: some technological and nutritional aspects. London: Elsevier Applied Science Publishers, 1986:52-68.

10. Fasolin LH, Almeida GC, Castanho PS, Netto-Oliveira ER. Chemical, physical and sensorial evaluation of banana meal cookies. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2007;27(3):787-792.

11. Fioravanço JC. Mercado mundial da banana: produção, comércio e participação brasileira. *Informações Econômicas*. 2003;33(10):15-27.

12. Izidoro DR, Scheer AP, Sierakowski MR, Haminiuk CWI. Influence of green banana pulp on the rheological behaviour and chemical characteristics of emulsions (mayonnaises) chemical characteristics of emulsions (mayonnaises). *LWT*. 2008;41:, p.1018–1028.

13. Hill ID, Bhatnagar S, Cameron DJS, De Rosa S, Maki M, Russell GJ, Troncone R. Celiac Disease: Working Group Report of the First World

Congress of Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition. J pediatr Gastroenterol Nutr. 2002;35(2):78-88.

14. Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. IAL. 1985.

15. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists. 1998;1(16).

16. AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved Methods. 2000;10.

17. Ormenese RC, Chang Y. Massas alimentícias de arroz: uma revisão. B. Ceppa. Curitiba. 2002;2(2):176 – 192.

Zandonadi, Renata Puppini.

Massa de banana verde: uma alternativa para a exclusão do glúten/Renata Puppini Zandonadi

Tese de Doutorado/Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. Brasília, 2009.

Área de Concentração: Nutrição.

Orientador: Professor Doutor Riccardo Pratesi.

1. Doença celíaca. 2. Glúten. 3. Macarrão. 4. Banana verde. 5. Qualidade de vida.