

Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo

Sila Mary Rodrigues Ferreira, Paola Cordeiro Luparelli, Maria Eliana Madalozzo Schieferdecker, Regina Maria Vilela

Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Paraná, Brasil

RESUMO. O sorgo, por ser desprovido de glúten, pode ser utilizado na fabricação de produtos de panificação para indivíduos com Doença Celíaca, que dispõem de poucas alternativas culinárias disponíveis no mercado. Em razão disso, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver *cookies* de chocolate utilizando farinha de sorgo (*Sorghum vulgare*). Foi aplicado o delineamento experimental fator *simplex-lattice* com farinhas isentas de glúten: farinha de sorgo (50-100%), farinha de arroz (0-50%) e amido de milho (0-50%); totalizando dez experimentos. As formulações IX e X foram selecionadas por apresentarem melhores características sensoriais. Foram realizadas análises físicas e químicas da farinha de sorgo, dos *cookies* comerciais com glúten e dos isentos de glúten elaborados neste trabalho. Nas amostras comerciais foram também realizadas análises físicas e sensoriais pela Análise descritiva quantitativa e Escala hedônica. Os resultados das análises físicas e químicas da farinha de sorgo mostraram-se próximos aos preconizados pela legislação. As formulações que apresentaram características sensoriais satisfatórias foram as que continham 58 e 67% de farinha de sorgo, 8 e 17% de farinha de arroz, 33 e 17% de amido de milho, respectivamente. O rendimento das formulações IX e X foi de 0,92 e o volume específico de 1,54 e 1,46cm³/g, respectivamente. A maioria dos atributos sensoriais avaliados dos *cookies* com farinha de sorgo em relação ao comercial não apresentou diferença estatística significativa em nível de 5%, com exceção da cor e odor. Cem por cento dos provadores com Doença Celíaca atribuíram valores iguais ou superiores a 7 para ambas as amostras, sendo que a maioria atribuiu valor 8. Os resultados demonstraram a viabilidade do uso da farinha mista com sorgo na elaboração de cookies sem glúten.

Palavras-chave: Doença celíaca, cookies sem glúten, farinha de sorgo.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) teve origem provavelmente na África ou na Índia. Nos últimos 50 anos, a área de sorgo plantada no mundo cresceu 60% e o rendimento aumentou em 244% (1). É o quinto cereal na produção mundial, após o trigo, o arroz, o milho e a cevada (2). Na África e Ásia e América Central é o cereal mais consumido (3). Por se desprovido de glúten, o sorgo pode ser substituído ao milho, na confecção de bolos, biscoitos e massas em geral e produção de alimentos para indivíduos celíacos (4).

Conhecida como uma enteropatia induzida por glúten, espru celíaco ou espru não-tropical, a Doença Celíaca – DC é desencadeada em indivíduos geneticamente predispostos, pela

SUMMARY. **Gluten free cookies prepared with sorghum flour.**

Considering that sorghum is a gluten free flour, it could be proposed as an ingredient to produce alternative bakery products for the subjects with Celiac Disease, since they do not have many food options available in the market. For this reason, the main goal of this study is to develop chocolate cookies with sorghum flour (*Sorghum vulgare*). The experimental design used was the *simplex-lattice* factor to compare the following variables: sorghum flour (50-100%), rice flour (0-50%) and corn starch (0-50%), totaling up to ten experiments. The formulations IX and X were selected as the ones with the highest sensorial scores. The sorghum flour, regular chocolate cookies and gluten free cookies were submitted to physicochemical analysis. Physical and sensorial analysis using Quantitative Descriptive Analysis (QDA) and hedonic analysis were performed for the two cookies preparation. Sorghum flour presented characteristics compared with the described by the food regulation laws. The preparations that presented satisfactory sensorial characteristics were the ones that had 58 and 67% of sorghum flour, 8 and 17% of rice flour, 33 and 17% of corn starch, respectively. The performance for both IX and X formulations was 0,92 and the specific volume was 1,54 and 1,46cm³/g, respectively. When compared with regular cookies, the differences on most of the sensorial attributes evaluated on sorghum cookies were not statistically significant ($P < 0.05$), except for the color and the odour. All the sensorial scores reached values equal or higher than 7 for both samples and most of them scored 8. The results showed the feasibility of including sorghum flour on the manufacture of gluten free cookies.

Key words: Celiac disease, gluten free cookies, sorghum flour.

ingestão do glúten presente no trigo, centeio, cevada, malte e aveia. Pessoas com doença celíaca são sensíveis as prolaminas, chamadas como gliadinas, que estão presentes na fração do glúten desses cereais. Prolaminas são peptídeos resistentes à digestão e estimulam reação imunológica intestinal tanto inata como adaptativa em função de uma resistência transepitelial intestinal diminuída na doença celíaca que resulta na passagem destes peptídeos pela barreira intestinal chegando à lâmina própria e ativando as células imunes do tipo apresentadoras de antígenos (5). Como resultado, em resposta aos antígenos gliadina e glutenina presentes nestas fontes alimentares, ocorre atrofia das vilosidades intestinais, desencadeando uma diminuição da superfície absorptiva e, conseqüentemente, ocasionando diarreia, esteatorreia ou constipação.

A Doença Celíaca tem uma distribuição mundial na Europa, América do Norte, América do Sul, Índia, Austrália e Nova Zelândia com predominância em países anglo-saxônicos, nórdicos e em indivíduos caucasóides, sendo rara em nativos africanos, japoneses ou chineses (6). A prevalência mundial varia entre 1:100 a 1:300 na população adulta saudável (7). No Brasil, estudos entre doadores de sangue demonstraram uma prevalência de 1:681 (8) e 1:214 (9), sugerindo que essa doença não é rara. A doença acomete tanto indivíduos do sexo masculino como feminino, sendo que as mulheres apresentam maior frequência, atingindo uma proporção de 2:1. Nas crianças a DC tem prevalência em todas as idades, especialmente crianças de seis meses a cinco anos (10). Apresenta uma forte condição hereditária, com prevalência variando de 8 a 18% em familiares de pacientes celíacos. A doença é uma enfermidade grave para aproximadamente um terço dos pacientes, uma vez que a maioria não apresenta sintomas clínicos (11).

O tratamento da Doença Celíaca caracteriza-se basicamente pela exclusão de alimentos fonte de glúten, mesmo nos períodos de latência uma vez que esses tendem a ser transitórios. A importância de se manter uma dieta rigorosa está no fato da doença não só causar sintomas digestivos, mas também por provocar outras condições extras digestivas como anemia, lesões de pele, osteopenia, infertilidade, ataxia e polineuropatia, além de adenocarcinoma do intestino delgado e linfoma de células T (12). Mesmo com a abstinência de cereais livres de glúten, pode levar meses ou anos para que o intestino se recupere completamente e volte a apresentar morfologia normal (11). Recidivas das manifestações clínicas são observadas com o retorno do glúten à alimentação.

A maior dificuldade na alimentação dos celíacos está no acesso aos produtos elaborados com substitutos da farinha de trigo e que apresentem características sensoriais favoráveis e agradáveis ao consumidor. É possível encontrar no mercado alguns produtos sem glúten desenvolvidos a partir de cereais como o arroz e batata. Porém, por se tratarem de alimentos não produzidos em larga escala, agregam alto valor comercial tornando-os caros e inacessíveis às classes sociais menos favorecidas.

Mesmo sendo o sorgo empregado na alimentação humana (3) poucos trabalhos onde é utilizada farinha de sorgo na elaboração de biscoitos, são encontrados na literatura. Desta forma, a farinha de sorgo desponta como uma alternativa alimentar para portadores da doença celíaca, por meio do desenvolvimento de alimentos que são tradicionalmente à base de trigo e que compõem a dieta habitual da população. Em razão disso, o presente estudo teve como objetivo desenvolver *cookies* de chocolate sem glúten utilizando farinha de sorgo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Farinha de sorgo

Para a obtenção da farinha de sorgo, foram utilizados os grãos da espécie *Sorghum vulgare* variedade SI 03204, branco e sem tanino.

Após a retirada manual das sujidades leves, os grãos foram moídos em micro moinho Marca Tecnal e peneirados numa granulometria de 250µm (13). A farinha foi armazenada em recipiente tampado e mantida sob refrigeração até a utilização.

Cookies

Após a definição da formulação base (Tabela 1), a farinha de trigo foi substituída por farinha mista contendo: farinha de sorgo (50-100%), farinha de arroz (0-50%) e amido de milho (0-50%), de acordo com o delineamento experimental fator simplex-lattice, totalizando dez experimentos (Tabela 2). Os ingredientes selecionados nas formulações estavam isentos de contaminação de glúten.

TABELA 1
Formulação dos cookies de sorgo

Ingrediente	g/100g
Mistura de farinhas	35,2
Gordura vegetal hidrogenada	17,6
Açúcar refinado	12,3
Açúcar mascavo	10,5
Chocolate ao leite picado	8,8
Cacau em pó	5,3
Gema	5,3
Gotas de chocolate hidrogenado	1,8
Água	1,7
Bicarbonato de sódio	0,9
Essência de baunilha	0,3
Bicarbonato de amônio	0,3
TOTAL	100

No processamento dos cookies, inicialmente, os ingredientes secos foram misturados, sendo que o açúcar refinado e o mascavo foram previamente peneirados. Posteriormente, os outros ingredientes foram misturados até que a massa ficasse uniforme e com uma consistência não aderente. Os biscoitos foram moldados em formato circular, assados em fôrmas de alumínio revestidas com papel manteiga em forno elétrico, à temperatura de 180°C, por 20 minutos, resfriados em temperatura ambiente por 2 horas para análise sensorial e química e, por 24 horas para análise física.

TABELA 2
Composição das misturas de farinhas sem glúten

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Farinha de sorgo*	100	50	50	75	75	50	83,34	58,34	58,34	66,66
Farinha de arroz*	0	50	0	25	0	25	8,33	33,33	8,33	16,67
Amido de milho*	0	0	50	0	25	25	8,33	8,33	33,33	16,67

* Porcentagens calculadas dos ingredientes em relação ao peso total da mistura de farinhas.

Análises

As análises físicas realizadas em cinco biscoitos provenientes de uma mesma fornada envolveram a determinação, em triplicata, do peso unitário, rendimento, largura, espessura e fator de expansão (14,15). O peso individual dos biscoitos foi obtido em balança eletrônica digital com precisão de até 0,01g marca Marte. O diâmetro foi determinado através de escala milimetrada e a espessura utilizando-se o paquímetro da marca Vernier Caliper. O fator de expansão foi determinado pela razão entre os valores de diâmetro e espessura dos biscoitos.

O volume específico foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço (15). O biscoito foi colocado no centro de um recipiente e abaixo de um funil de vidro apoiado num tripé. As sementes de painço foram despejadas sobre o recipiente através do funil e recolhidas abaixo até o transbordamento do recipiente. As sementes foram, então, colocadas numa proveta e foi observado seu volume. Para calcular o volume específico, utilizou-se a equação:

Volume específico (cm³/g) = volume do biscoito (cm³) / massa do biscoito (g).

As análises químicas envolveram a determinação, em triplicata, do teor de umidade em estufa, marca Quimis, 105°C até peso constante (16); de proteínas, pelo método de Kjeldahl (17); de cinzas, pela técnica de incineração em mufla, marca Lndic 50, a 550°C (16); de lipídeos totais (18). O teor de fibra alimentar total foi determinado por método enzimático (17) e o de carboidratos por diferença. As determinações do pH e da acidez titulável foram realizadas através da técnica descrita pelo IAL (16).

A análise sensorial foi realizada pela Análise descritiva quantitativa (ADQ) por meio de uma escala não estruturada de 9 cm, com a descrição nos pontos extremos, mínimo e

máximo (Tabela 3) e uma equipe de 12 julgadores selecionados e treinados. A sessão foi conduzida em cabines individuais e luz branca e as amostras foram servidas individualmente, com número de três dígitos.

Dentre as 10 formulações desenvolvidas, foram escolhidas as duas melhores por meio da análise sensorial dos atributos: aparência geral externa, dureza, arenosidade, mastigabilidade, amargor residual e qualidade global (Tabela 3). Os testes foram divididos em três etapas, em dias diferentes, sendo na primeira oferecida quatro amostras e na segunda e terceira, três amostras em cada.

Definidas as melhores formulações, foi realizada uma ADQ, onde foram avaliados os atributos: cor de chocolate, tamanho, volume, aparência geral externa, odor característico, dureza, arenosidade, mastigabilidade, crocância, doçura, sabor, amargor residual e qualidade global (Tabela 3). A ADQ foi realizada também com cookies de chocolate de uma marca comercial de referência, com farinha de trigo, e os resultados comparados entre si. O grau de aceitação dos cookies foi avaliado pela Escala hedônica de nove pontos, com 34 provadores não-celiacos e 10 celiacos cadastrados na Associação dos Celiacos do Paraná – ACELPAR, selecionados em função de consumirem biscoitos tipo cookie, disponibilidade e interesse em participar da avaliação após assinarem o termo de consentimento aprovado pelo Comitê de Ética.

A análise estatística foi realizada pela Análise de Variância e as comparações entre as médias foram realizadas pelo Teste de Tuckey a 5% de probabilidade para identificar a diferença entre as formulações.

RESULTADOS

Os resultados obtidos nas análises físicas e químicas da farinha de sorgo e os registrados na literatura podem ser visualizados na Tabela 4.

Na análise sensorial preliminar com os atributos aparência geral externa, dureza, arenosidade, mastigabilidade, amargor residual e qualidade global, as amostras IX e X foram identificadas como melhores sendo, portanto, submetidas à análise física, química, análise descritiva quantitativa e comparadas com uma amostra similar comercial.

A Tabela 5 apresenta as médias obtidas pela análise física para os cookies comercial e de farinha mista com sorgo que mostram valores próximos nos parâmetros avaliados.

TABELA 3
Termos descritores dos atributos da ADQ utilizados nos cookies de chocolate

Termos descritores	Definições	Referências
Aparência Cor de chocolate	Intensidade da cor chocolate	Forte: cor de chocolate marrom escura Frac: cor de chocolate marrom clara
Tamanho	Diâmetro do cookie	Muito grande: 6 dedos Muito pequeno: 1 dedo
Volume	Espessura do cookie	Fino: 0,2cm Grosso: 2cm
Aparência geral externa	Avaliação global das características visuais do biscoito, incluindo cor, brilho, volume, tamanho, textura visual, uniformidade na coloração e tonalidade.	Ótimo: características externas satisfazem por completo a visão. Péssimo: características externas não satisfazem a visão.
Odor Odor característico	Intensidade do odor característico associado ao produto.	Agradável: odor muito característico de cookie. Desagradável: odor completamente não característico de cookie.
Textura Dureza	Força requerida para romper o biscoito entre os dentes incisivos e caninos.	Muito mole: extremamente mole. Muito dura: extremamente dura.
Arenosidade	Sensação ocorrida durante a mastigação provocada pela presença de grânulos de areia.	Muito arenoso: grande presença de grânulos. Ausência de grânulos
Mastigabilidade	No de vezes que há que mastigar o alimento para poder engoli-lo	Fácil Difícil
Crocância	Som produzido durante a mastigação.	Muito crocante Pouco crocante
Gosto Doçura	Propriedade sensorial das substâncias puras ou misturas que produzem o gosto doce	Extremamente doce Ausência de doce
Sabor	Sensação composta de sensações olfativas e gustativas percebidas na mastigação do cookie.	Agradável Desagradável
Amargor residual	É o gosto amargo que permanece por um período de tempo após a ingestão de uma determinada substância (não do chocolate).	Muito amargo Ausência de amargor
Qualidade global	Soma dos fatores de qualidade que contribuirão na determinação do grau de aceitação do produto	Excelente Péssimo

TABELA 4
Análise física e química da farinha de sorgo

Determinações (g/100g)	Farinha de Sorgo	Farinha de Sorgo (em base seca)	Farinha de sorgo (em base seca)*
Umidade	12,64±0,04	-	15,0
Proteínas totais	6,94±0,00	7,82±0,00	8,5
Lípídeos	2,02±0,04	2,28±0,04	2,2 - 4,7
Carboidratos	69,67 ±0,037	80,06±0,037	-
Cinzas	1,28±0,00	1,44±0,00	0,9 - 1,5
Fibra alimentar total	7,46±0,35	8,40±0,35	1,8
Valor energético (Kcal/100g)	326,0	-	-
pH	6,28±0,01	-	-
Acidez titulável (g ácido equivalente/100g)	1,45±0,00	-	-

* (19)

TABELA 5
Análise física dos cookies de farinha mista com sorgo e comercial

	IX*	X**	Cookie comercial
Peso (g)	14,53±0,00	14,79±0,00	12,57±0,50
Diametro (cm)	5,7±0,00	5,59±0,00	5,9±0,05
Espessura (cm)	1,14±0,02	1,15±0,00	1,09±0,00
Fator de expansão	4,99 ±0,02	4,89 ±0,08	5,4±0,06
Volume específico (cm ³ /g)	1,54±0,00	1,46±0,00	1,77 ±0,00

* formulação com 58% farinha de sorgo, 8% farinha de arroz, 33% amido de milho.

**formulação com 67% farinha de sorgo, 17% farinha de arroz, 17% amido de milho.

A composição centesimal das formulações IX e X dos cookies de chocolate com farinha mista de sorgo e amostra comercial pode ser observada na Tabela 6.

TABELA 6
Composição centesimal, em base seca, dos cookies de chocolate com farinha mista com sorgo e comercial

	Amostra IX *	Amostra X**	Cookie comercial
Acidez titulável (g de ácido equivalente/100g)	0,135	0,108	0,26
Cinzas (g/100g)	1,92	2,02	1,45
Lipídeos (g/100g)	27,10	25,65	22,86
Proteínas (g/100g)	7,19	9,18	9,02
Carboidratos (g/100g)	63,74	63,15	66,67
Valor energético (Kcal/100g)	528,07	520,17	508,50

* formulação com 58% farinha de sorgo, 8% farinha de arroz, 33% amido de milho.

** formulação com 67% farinha de sorgo, 17% farinha de arroz, 17% amido de milho.

A Tabela 7 mostra as médias obtidas na ADQ para as duas melhores amostras de cookies de chocolate com farinha mista de sorgo e amostra comercial.

Nos gráficos 1 e 2 pode ser visualizada a frequência dos valores atribuídos aos produtos para a população não celíaca e celíaca, respectivamente.

TABELA 7
Médias¹ da Análise descritiva quantitativa² dos cookies de chocolate com farinha de sorgo e comercial

Atributo ¹	IX*	X**	Cookie comercial
Cor	6,2 ^a	5,7 ^a	4,5 ^b
Tamanho	4,5 ^a	4,4 ^a	4,6 ^a
Volume	4,2 ^a	4,5 ^a	3,7 ^a
Aparência	6,2 ^a	6,0 ^a	7,0 ^a
Odor	6,6 ^b	5,6 ^b	7,9 ^a
Dureza	3,5 ^a	3,8 ^a	4,3 ^a
Arenosidade	5,4 ^a	4,1 ^a	3,8 ^a
Mastigabilidade	7,0 ^a	6,7 ^a	6,4 ^a
Crocância	4,7 ^a	3,6 ^a	4,3 ^a
Doçura	4,3 ^a	4,7 ^a	4,7 ^a
Sabor de chocolate	5,4 ^a	4,8 ^a	5,4 ^a
Amargor residual	2,0 ^a	1,4 ^a	1,8 ^a
Qualidade global	6,8 ^a	6,9 ^a	7,5 ^a

¹ Médias na mesma linha e com letra em comum não diferem significativamente entre si (p<0,05).

² A escala não estruturada corresponde ao valor mínimo de 1,0 e o máximo de 9,0.

* IX - formulação com 58% farinha de sorgo, 8% farinha de arroz, 33% amido de milho. ** X - formulação com 67% farinha de sorgo, 17% farinha de arroz, 17% amido de milho.

GRAFICO 1

Escala hedônica atribuída às amostras IX e X pela população não celíaca

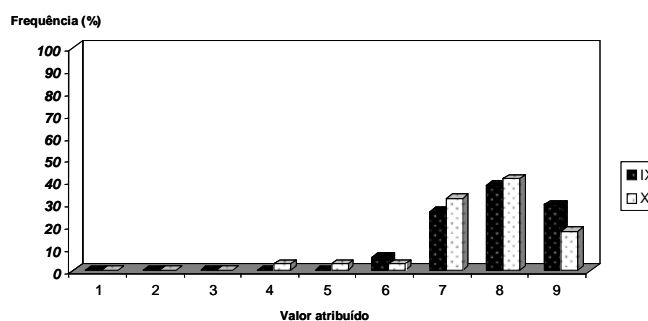
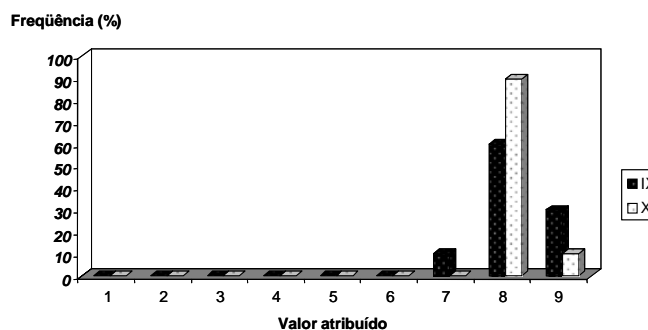


GRAFICO 2

Escala hedônica atribuída às amostras IX e X pela população celíaca



DISCUSSÃO

Por ser um dos principais fatores de aceleração das reações enzimáticas (20) o teor máximo de umidade permitido para a farinha de trigo (13,21) e farinha de sorgo da espécie *Sorghum bicolor* (L.) Moench, (19) é de 15 g/100g valor superior ao encontrado para a farinha de sorgo (Tabela 4). Teor maior foi registrado (7,73, 7,48 e 8,81) em três diferentes grãos de sorgo granífero cv. Sacarino (20). Valores similares foram encontrados por Guilherme & Jokl (22) e superiores (23,24) para outras farinhas sem glúten.

O teor de proteínas, em base seca, encontrada no sorgo foi inferior ao mínimo de 8,0 g/100g indicado para a farinha de trigo tipo 2 (13) e ao mínimo de 8,5 g/100g definido pelo Codex Alimentarius (19) para farinha de sorgo.

A quantidade de lipídeos foi próxima ao limite de 2,2 a 4,7 g/100g estabelecido pelo FAO/OMS (19) para a farinha de sorgo, porém maior que o verificado para outras farinhas sem glúten (22-24).

As cinzas da farinha de trigo são usadas para classificar o tipo da farinha (13), pois as cinzas estão relacionadas ao grau de extração de farinha de trigo (25) e a quantidade de minerais do produto. O valor de cinzas ficou dentro do limite de 0,9 g/100g e 1,5 g/100g indicado pelo Codex Alimentarius (19) para a farinha de sorgo e inferior ao intervalo de 1,8 a 1,98 g/100g encontrado por Souza et. al. (20). Essa diferença pode ser explicada pela retirada do farelo por meio da peneira de 250 μ m na farinha de sorgo em estudo.

No entanto, a quantidade de fibra alimentar total de 7,46 g/100g foi superior ao valor indicado para a farinha de sorgo (19), o que sugere uma peneiração com tamiz de menor dimensão no orifício da malha com a finalidade de promover maior retenção da casca. Em contraponto, uma quantidade elevada de fibra alimentar merece destaque em biscoitos para portadores de doença celíaca uma vez que os produtos sem glúten apresentam baixo teor de fibras por serem oriundos de farinhas refinadas ou amido (26). A presença de fibras em biscoitos favorece a recomendação da ingestão que deve ser em forma de frutas, vegetais e cereais integrais. Por outro lado, para aqueles que têm intolerância ao glúten e cuja alimentação seja pobre em fibra é necessário aumentar o consumo de líquido.

Para os carboidratos, o valor de 69,66 g/100g foi próximo aos 56,84 a 68,85 g/100g de açúcares totais encontrado para farinha de grãos de sorgo (20), aos 67,89 g/100g de carboidratos verificados para a farinha de aveia (27). Valores superiores (75,08) foram encontrados para a farinha de trigo (27) e outras farinhas (22,24).

Em relação ao pH, o índice de 6,28 foi próximo à neutralidade e similar ao registrado por Souza et al. (20). A acidez titulável foi de 1,45 g de ácido equivalente/100g, abaixo dos valores de 3,24 e 2,7645 g de ácido equivalente/100g

registrados em farinha de sorgo granífero cv. sacarino *Sorghum bicolor* (L.) Moench, variedade IPA- 467 (20). Como não é estipulado valor máximo tolerável para a farinha de sorgo, foi utilizado o referencial de 3,0 g de ácido equivalente/100g de acidez titulável recomendado para a farinha de trigo comum. A baixa acidez encontrada para a farinha de sorgo sugere condições ótimas de cultivo e armazenamento, indicando que não houve deterioração do produto.

O peso dos cookies desenvolvidos (Tabela 5) não apresentou variação, porém foram mais pesados em relação os biscoitos comerciais, fato que deve estar relacionado à diferença na capacidade de absorção de água pelos constituintes da farinha como proteínas, amido danificado e pentosanas (25).

No diâmetro das amostras elaboradas foi encontrado menor valor em relação ao cookie comercial. Similar comportamento foi registrado em cookies de farinha de batata doce (24) quando comparado ao biscoito controle. Na espessura os cookies sem glúten apresentaram valores superiores em relação à amostra controle e confirmaram os resultados registrados para biscoitos sem glúten e controle com farinha de trigo (28). Essa situação foi confirmada por Gutkoski et al. (25) quando elaboraram biscoitos tipo semi-duro com farinha de trigo.

Os atributos comprimento e expansão estão correlacionados ao diâmetro. Biscoitos de maior diâmetro estão associados a trigos de dureza mole, de baixo teor de proteínas e que produzem farinha de quebra em maior quantidade e com pequeno tamanho de partículas (29). Para Yamamoto et al. (30), o fator de expansão prediz melhor a qualidade da farinha de trigo para a produção de biscoitos.

Os fatores de expansão de 4,99% e 4,89% encontrados para as amostras desenvolvidas foram inferiores ao valor do biscoito comercial (5,4%). Essa tendência foi confirmada quando foram elaborados cookies com outras farinhas sem glúten (14,24).

Biscoitos com fator de expansão muito alto ou muito baixo causam problemas na indústria, resultando em produtos com tamanho pequeno ou peso muito elevado. Quanto menor a granulção do açúcar, maior é a eficácia em aumentar o fator de expansão (14). Nas formulações desenvolvidas, foi utilizado açúcar refinado e mascavo, sendo que o biscoito comercial só continha refinado, condição essa que pode ter influenciado na diferença do fator de expansão.

O maior volume específico da amostra comercial indica que as amostras experimentais tiveram uma tendência ao maior peso e menor expansão que pode ser atribuído a vários fatores como a qualidade dos ingredientes usados na formulação da massa, em especial a substituição da farinha de trigo e aos tratamentos usados durante o processamento. Esses resultados confirmam que o volume específico e a densidade dependem diretamente da expansão do biscoito que confere uma relação

positiva com o volume e uma relação negativa com a densidade (31).

Os cookies elaborados por Silva et al. (32) utilizando 25% de farinha de jatobá em substituição ao trigo, demonstraram volume específico de 1,56 m³/g, valor próximo ao encontrado para os cookies de chocolate com farinha de sorgo (1,54 e 1,46 cm³/g). O volume específico da amostra comercial (1,77 cm³/g) foi superior aos desenvolvidos com sorgo.

A umidade dos cookies de sorgo e a do comercial (Tabela 6) foi superior aos 2,7 g/100g (23) registrados para biscoito com farinha mista. O teor de cinzas foi menor que os 1,7 g/100g (23) e 1,6 g/100g (33). A acidez dos cookies de chocolate com farinha de sorgo e a amostra comercial, foi bem abaixo de até 3,0 g de ácido equivalente/100g, sugerido para biscoitos.

O valor de lipídeos das amostras desenvolvidas foi similar ao encontrado por Silva et al. (32), em cookies com farinha de trigo e farinha de jatobá que apresentaram lipídeos em torno de 28 g/100g. O teor de proteínas para a formulação X foi similar ao comercial. A amostra IX, com maior teor de amido de milho e menor de sorgo, apresentou teor protéico inferior às demais e valores próximos aos 7,5 g/100g (33) e aos 7,2 g/100g (23).

Os resultados da ADQ (Tabela 7) para as duas melhores amostras de cookies de chocolate com farinha de sorgo e para a amostra comercial mostraram que houve diferença estatística significativa entre a média nos atributos cor e odor em nível de 5%. A diferença da cor, atribuída como mais forte pelos provadores, se deve, possivelmente, à coloração da farinha de sorgo, a qual é mais escura do que a de trigo. O resultado é compatível com Bady & Hosney (34), que identificaram que os biscoitos com sorgo foram mais escuros do que os elaborados com farinha de trigo. No odor o resultado reflete a resposta dos julgadores que consideraram a amostra comercial mais agradável do que as amostras de cookies de chocolate com farinha de sorgo.

Os demais atributos não apresentaram diferença estatística significativa entre as médias obtidas na ADQ em nível de 5% de significância, o que indica proximidade da qualidade sensorial de cookies comerciais e dos desenvolvidos com farinha de sorgo, sugerindo que os produtos elaborados estão adequados para o consumo.

A frequência de aceitação dos cookies de farinha de sorgo pela escala hedônica (Gráfico 1 e 2), tanto pelos provadores não-celiacos quanto pelos celiacos, foi considerada ótima. 100% dos provadores (independente de grupo), atribuíram valores superiores a 6 para a amostra IX, demonstrando que gostaram do mesmo; 38,23% e 29,42% dos não-celiacos gostaram muito e muitíssimo, respectivamente dessa amostra. Quanto aos celiacos, 60% gostaram muito e 30% gostaram muitíssimo. Nos cookies elaborado com farinha de amaranto (35) os provadores não celiacos atribuíram notas correspondentes a gostei ligeiramente e gostei moderadamente para as diferentes formulações.

Em relação à amostra X, aproximadamente 94% dos não celiacos afirmaram gostar da amostra; 2,94% foram indiferentes (nem gostaram, nem desgostaram) e 2,94% desgostaram ligeiramente. Quanto aos portadores da Doença Celíaca, 100% aprovaram o biscoito, sendo que 90% gostaram muito e 10% gostaram muitíssimo.

Os resultados mostraram que as formulações, por apresentarem características físicas, químicas e sensoriais similares aos cookies comerciais, podem ser uma alternativa para novos produtos sem glúten no mercado. No entanto, em razão da densidade calórica da porção de biscoitos (dois biscoitos) e da quantidade de 1,5 g/100g de fibra alimentar recomenda-se uma ingestão moderada. O aumento do consumo de fibras deve ser gradual uma vez que o aumento exagerado pode contribuir à flatulência, distensão abdominal e diarreia, e, também a ingestão excessiva de fibras pode prejudicar absorção de nutrientes como, ferro, cálcio e zinco, importantes nesta fase.

CONCLUSÃO

A farinha de sorgo (*Sorghum vulgare*) apresenta características físicas e químicas similares ao trigo e aos parâmetros de qualidade indicados pelo Codex Alimentarius, exceto no teor de fibra alimentar total.

As formulações de cookies sem glúten de farinha de sorgo apresentam diferença estatística significativa somente nos descritores sensoriais, cor e odor. Nas análises físicas e químicas apresentam resultados próximos aos biscoitos comerciais com farinha de trigo.

Os resultados sugerem a viabilidade de produção de biscoitos tipo cookies para celiacos. Por serem considerados de densidade calórica e de alto teor de fibra alimentar total, os cookies devem ser ingeridos com moderação.

AGRADECIMENTO

Ao Programa PIBIC/UFPR pela concessão de bolsa, à Associação dos Celiacos do Paraná – ACELPAR e o Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR que cedeu a amostra.

REFERÊNCIAS

1. National Grain Sorghum Producers. What is Sorghum?. Disponível em: <Acessado <http://www.sorghumgrowers.com/Sorghum+101>> Acesso em 11 jun. 2008.
2. Santos FG. Cultivares de Sorgo. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2003. Comunicado Técnico,nº77. Disponível em: <<http://www.cnpm.embrapa.br/publicacoes/publica/comuni77.pdf>> Acesso em: 10 jun. 2008.
3. Mallasy LO, Tinay AH, Ahmed AR. Biochemical and sensory evaluation of wheat bran supplemented sorghum bread. Plant. Food for Health Nutrition. 2002; 57: 63-71.

4. Sdepanian VL, Scaletsky ICA, Morais BEM, Fagundes NU. Pesquisa de gliadina em medicamentos- informação relevante para a orientação de pacientes com doença celíaca. *Arq. Gastroenterol.* 2001; 38 (3): 287-293.
5. Craig D, Robins G, Howdle PD. Advances in celiac disease. *Curr. Opin. Gastroenterol.* 2007; 23:142-148.
6. Houlston R S, Ford D. Genetics of celiac disease. *The Quartely Journal of Medicine.* 1996, 89 (10): 737-743.
7. Bai J, Zeballos E, Fried M, Corazza GR, Schuppan D, Farthing MJG, Catassi C, Greco L, Cohen H, Krabshuis JH. Celiac Disease. *World Gastroenterology Organisation Practice Guidelines*, New York, p. 18. 2007.
8. Gandolfi L, Pratesi R, Cordoba JC, Tauil PI, Gasparin M, Catassi C. Prevalence of celiac disease among blood donors in Brazil. *Am. J. Gastroenterol.* 2000;95:689-92.
9. Oliveira RP, Sdepanian VI, Barreto JA, Cortez AJ, Carvalho FO, Bordin JO, De Camargo Soares MA, Da Silva Patrício FR, Kawakami E, De Morais MB, Fagundes-Neto U. High prevalence of celiac disease in Brazilian blood donor volunteers based on screening by IgA antitissue transglutaminase antibody. *Eur. J. Gastroenterol. Hepatol.* 2007;19:43-9.
10. Pratesi R, Gandolfi L. Doença celíaca: a afecção com múltiplas faces. *J Pediatr.* 2005, 81 (5): 357-358.
11. Hamer RJ. Coeliac disease: background and biochemical aspects. *Biotechnology Advances*, New York, v. 23, p. 401-408, 2005.
12. Troncone R, Aurocchio R, Granata V. Issues related to gluten-free diet in coeliac disease. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.*2008; 11:329-333.
13. Brasil. Instrução Normativa MAPA nº 8, de 3 de junho de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. *Diário Oficial da União*, 03 jun.2005a. Seção 1. Brasília. Disponível em: <http://www.claminas.com.br/pdf/Farinha_de_trigo.pdf> Acessado em: 10 jun. 2009.
14. Silva MR, Silva MAP, Chang YK. Utilização da farinha de Jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart) na elaboração de biscoitos tipo cookie e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos univariados e multivariados. *Ciênc Tecnol Aliment.*1998;18 (1): 25-34.
15. Ferreira SMR, Amicci M. Caracterização física e sensorial de biscoitos. *Higiene Alim.* 2009; 168/169 (23):79-84.
16. Instituto Adolfo Lutz (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglia. . 4ª Edição., São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020 1ª Edição Digital. Disponível em:< http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_remository&Itemid=0&func=select&orderby=1> Acessado em: 15 abr. 2009.
17. AOAC. Official Methods of Analysis of the of AOAC International. 17thed. Gaythersburg, MD. 2000.
18. Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 1959; 37 (8): 911-917.
19. FAO/WHO. Food Standards Programme. Codex Alimentarius Commission: Normal del Codex para la harina de sorgo: Codex Stan 173-1989 (Rev. 1 – 1995).
20. Souza CC, Dantas JP, Silva SM, Souza VC, Almeida FA, Silva LE. Produtividade do Sorgo granífero cv. sacarino e qualidade de produtos formulados isoladamente ou combinados ao caldo de cana-de-açúcar. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2005; 25 (3): 287-293.
21. FAO/WHO. Food Standards Programme. Codex Alimentarius Commission: Normal del Codex para la harina de trigo: Codex Stan 152-1985 (Rev. 1995).
22. Guilherme FFP, Jok L. Emprego de fubá de melhor qualidade protéica em farinhas mistas para produção de biscoitos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2005; 25 (1): 63-71.23.
23. Fasolin LH, Almeida GC, Castanho OS, Netto-Oliveira ER. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2007; 27 (3): 524-529.
24. Singh S, Riar CS, Saxena DC. Effect of incorporating sweetpotato flour to wheat flour on the quality characteristics of cookies. *Afr. J. Food Sci.* 2008; (2): 065-072.
25. Gutkoski LC, Pagnussatt FA, Spier F, Pedó I. Efeito do teor de amido danificado na produção de biscoitos tipo semi-duros. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2007; 27 (1): 119-124.
26. Gallagher E, Gormlley, TR, Arendt EK. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Tren. Food Sci. Technol.* 2004, 15: 143-152.
27. Tredus AS, Ormenese RCSC, Speranza SM, Chang YK, Bustos FM. Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia, amido de trigo na qualidade de pães. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2001; 21(1): 20 -25.
28. Schober TJ, O'Brien, CM, McCarth D, Darnedde A., Arendt EK. Influence of gluten-free flour mixes and fat powders on the quality of gluten-free biscuits. *Eur. Food Res. Technol.* 2003; 216:369-376.
29. Gutkoski LC, Nodari ML, Jacobsen NR. Avaliação de farinhas de trigos cultivados no Rio Grande do Sul na produção de biscoitos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2003; 23 (supl): 91-97.
30. Yamamoto H, Worthigton ST, Hou G, Ng PKW. Rheological preoperties and baking qualities of seletedected soft wheats grown in the United Stades. *Cereal Chem.* 1996; 73 (2): 215-221.
31. Pereira J, Ciacco CF, Vilela ER, Teixeira ALS. Féculas fermentadas na fabricação de biscoitos: estudo de fontes alternativas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 1999; 19 (2): 287-293.
32. Silva MR, Silva MS, Martins KA, Borges S. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá- do- cerrado e de jatobá- da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2001; 21(2): 287-293.
33. Rodrigues MAA, Lopes GS, França AS, Motta S. Desenvolvimento de formulações de biscoitos tipo cookie contendo café. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2007; 27 (1): 162-169.34.
34. Bady SM, Hosene RC. Use of sorghum and pearl millet flowers in cookies. *Cereal Chem.* 1976; 53: 733-738.
35. Marcilífo R, Amaya-Farfan J, Silva MAAP, Spehar CA. Avaliação de amaranto na elaboração de biscoitos sem glúten do tipo cookie. *Braz. J. Food Technol.* 2005; 8 (2): 175-181.

Recibido: 12-01-2009

Aceptado: 18-08-2009