

AUTORES

AUTHORS

Roberto MARCÍLIO

✉ **Jaime AMAYA-FARFAN***

**Maria Aparecida Azevedo Pereira da
SILVA**

Departamento de Alimentos e Nutrição
Faculdade de Engenharia de Alimentos
Universidade Estadual de Campinas
Campinas-SP – 13083-970 – Brasil.

Carlos Roberto SPEHAR

Embrapa, Planaltina, GO

RESUMO

Este trabalho descreve o desenvolvimento de um processo para a elaboração de biscoito nutritivo do tipo *cookie* com farinha de amaranto, comprovadamente isenta de glúten, para celíacos. Testes preliminares de formulação identificaram duas variáveis determinantes: teor de farinha refinada – em substituição à farinha integral – e teor de gordura. O planejamento experimental utilizou delineamento fatorial 2², com pontos centrais e axiais, para um total de 11 formulações. As formulações foram submetidas a testes de aceitação por equipe de 39 provadores mediante a qual se avaliaram os atributos de aparência, aceitação global, sabor e textura dos biscoitos. A aparência foi influenciada positivamente pelo teor de farinha refinada, mas não pelo teor de gordura. Já as variáveis, gordura e teor de farinha refinada, influenciaram positiva e significativamente a aceitação global do produto. Embora o teor de gordura mostrasse efeito positivo no atributo sabor, nenhum dos dois ingredientes (gordura e farinha) interferiu no atributo textura, apesar de as determinações no texturômetro detectarem diferença ampla e significativa entre os extremos de 30 e 90 g de gordura. As médias de aceitação global foram, respectivamente 5,81, – “nem gostei/nem desgostei”, para a formulação com 0 a 15% de farinha integral, e 6,86 – entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, para as formulações com 90 g de gordura. As determinações físicas de “corte” e “penetração” mostraram coerência com as observações dos provadores. Os resultados mostram que o amaranto, apesar de ser uma matéria-prima desconhecida no Brasil, possui potencial na elaboração de biscoitos de alto valor nutritivo, não somente para portadores de intolerância ao glúten, mas também para o consumidor em geral.

SUMMARY

This work describes the development of a process for the manufacture of gluten-free cookies from amaranth flour as a certified gluten-free, nutritious alternative for celiac patients. Preliminary trials identified two determinant variables: refined flour content as opposed to whole flour content and fat content. The flours tested negative by an ELISA reactive kit. A 2² factorial experimental design was used with both central and axial points, giving a total of 11 formulations. The formulations were submitted to a 39-member sensory panel to assess the attributes of appearance, texture, flavour and overall acceptance. Appearance was positively influenced by the amount of refined flour but not by the fat content. Meanwhile, both fat and refined flour contents positively affected the overall acceptance of the product. With regard to the variable flavour, a significant positive influence exerted by the fat was confirmed. On the other hand, neither fat nor refined flour content affected the attribute texture, despite the significant divergence detected by the texturometer between the extremes of fat content (30 to 90g). Overall acceptance means varied between 5.81 (“indifferent”, for 0-15% whole flour) and 6.86 (between “I liked it somewhat” and “liked it moderately”, for 90g of fat). The physical determinations of “cut” and “penetration” were consistent with the reports of the panel members. It was concluded that although the grain amaranth is a virtually unknown raw material in Brazil, it shows potential for the manufacture of high nutritive value biscuit products, not only for the gluten-sensitive consumer but also for the common consumer.

PALAVRAS-CHAVE

KEY WORDS

Amaranto; Celíacos; Gliadinas; Alimentos especiais; Formulações; Planejamento.

Amaranth; Celiac disease; Gliadins; Medical foods; Food design; SRM

1. INTRODUÇÃO

O quadro clínico clássico da doença celíaca é caracterizado pela deterioração do tecido intestinal de pessoas portadoras de predisposição genética reativa às gliadinas do trigo. Nos últimos anos, a definição tornou-se mais ampla e difusa, incluindo doenças intercorrentes, como infecções e aumento do risco de malignidade, além de desnutrição crônica atribuível ao inadequado aproveitamento dos nutrientes (DIETERICH *et al.*, 1997). A única terapia conhecida para esses pacientes é a remoção total de todas as fontes de glúten da sua alimentação. A alimentação do celíaco diagnosticado, entretanto, tropeça no constante problema da reduzida oferta de alimentos farináceos permitidos e na presença comercial de ampla gama de produtos industrializados com diversos graus de contaminação. Para o celíaco, o consumo de alimentos contaminados com glúten, mesmo que em minúsculas quantidades, agrava a sua condição patológica e deteriora seu estado nutricional.

Relativamente poucos trabalhos têm sido publicados sobre a elaboração de produtos nutricionais industrializados para celíacos. Recentemente, foi utilizado o pseudocereal quinoa, oriundo dos Altos Andes, na fabricação de macarrão (CAPERUTO *et al.*, 2001) e biscoitos do tipo *cookie* de amaranto (TOSI *et al.*, 1996). Ao passo que no trabalho de CAPERUTO *et al.* (2001) aplicou-se a metodologia de superfícies de resposta, os autores do outro trabalho não indicaram o caminho seguido para alcançar os seus objetivos.

Tendo em vista o alto valor nutritivo do amaranto (SÁNCHEZ-MARROQUÍN, 1983; CORREA *et al.*, 1986), o relato não confirmado de que as proteínas desta semente são isentas de glúten (TOSI *et al.*, 1996) e o fato de que recentemente o Brasil adaptou algumas espécies de amaranto ao solo do Cerrado, foi de interesse comprovar a ausência de glúten e estudar o desempenho da farinha de amaranto (*Amaranthus cruentus*) no desenvolvimento de um produto para o consumidor em geral e, em especial, para indivíduos portadores da doença celíaca. Para tanto, optou-se por comparar o impacto da farinha integral, *versus* a refinada e o teor de gordura, na aceitação do produto pelo consumidor.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Os grãos de amaranto usados, produzidos no Brasil (Embrapa de Planaltina, DF), foram da espécie *cruentus*, var. Japônica. Os demais ingredientes para a elaboração dos *cookies* foram adquiridos no comércio local.

Nos ensaios preliminares, os seguintes ingredientes básicos para as formulações dos *cookies* foram usados: farinha integral e refinada de amaranto (MARCÍLIO *et al.*, 2003), ovos frescos íntegros, manteiga, açúcar refinado e mascavo, fermento químico, sal, bicarbonato de sódio, essência de baunilha, água e o antioxidante butilidroxitolueno (BHT). Usou-se também o kit

para o teste de detecção e quantificação de glúten pelo método Elisa (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay, Ridascreen, da R-Biopharm GmbH, Darmstadt, Alemanha).

2.2 Métodos

2.2.1 Teste ELISA

Foi realizado o teste para detecção e quantificação de glúten na farinha dos grãos de amaranto por Elisa, seguindo o procedimento descrito pelo fabricante. Previamente, foram extraídas as proteínas solúveis em etanol (40%), mediante centrifugação. Como padrão, foi utilizada a ω -gliadina em várias diluições, integrantes do próprio kit Ridascreen.

2.2.2 As farinhas de amaranto

A farinha integral de amaranto foi obtida moendo os grãos em moinho de rolos (Brabender, Quadrumat Senior; Duisburg, Alemanha) até a granulometria normal da fase de quebra. Para a obtenção da farinha refinada, os grãos (umidade de 9,16%) foram processados em moinho para redução (Brabender, Quadrumat Senior; (Duisburg, Alemanha), sendo que a mistura das frações de quebra e redução gerou a denominada "farinha refinada" para os biscoitos (MARCÍLIO *et al.*, 2003).

2.2.3 Desenvolvimento do biscoito tipo *cookie*

As formulações foram desenvolvidas mediante modificação da receita original *Oatmeal Drop Cookies*, descrita no "The Mennonite Community Cookbook" (SHOWALTER, 2000, Tabela 1). A farinha de trigo da formulação original dos biscoitos foi substituída completamente pela farinha integral e/ou refinada de amaranto. Para poder trabalhar sobre intervalos confiáveis e práticos das variáveis escolhidas, realizaram-se antes do ensaio testes preliminares.

Os testes preliminares permitiram constatar que formulações do *cookie* com farinha integral conduziram a produtos com características sensoriais pouco aceitáveis, em relação àquelas obtidas com a farinha refinada, por razão do seu aspecto "esfarelento" e do sabor residual estranho. Portanto ficou evidenciada a necessidade de se incluir os dois tipos de farinha. Os pré-testes foram realizados com respeito às variáveis "grau de refino" e "teor de gordura". A gordura foi testada nos níveis de 90, 80, 70 e 60 g.

2.2.4 Metodologia de superfície de resposta

Para verificar o desempenho das quantidades de gordura e farinha a serem utilizadas nos biscoitos, empregou-se a metodologia de superfície de resposta (RSM), que é uma técnica de planejamento baseada no uso de fatoriais, introduzida na década de 1950 (BOX & DRAPER, 1987) e desde então usada com grande sucesso na modelagem de diversos processos industriais. A Tabela 2 apresenta os níveis das variáveis independentes (% de farinha integral e quantidade de gordura) utilizadas na presente pesquisa. Como variáveis dependentes,

foram estudadas: a aceitação global, bem como a aceitação da aparência, do sabor e da textura por consumidores, além da força de ruptura e da força de compressão dos biscoitos.

TABELA 1. Ingredientes e composição do biscoito original.

Ingrediente	Massa (g) ¹	Porcentagem
1 copo de farinha de amaranto	150	37,21
1 tablete de manteiga sem sal	90	22,33
1/3 copo de açúcar mascavo	62	15,38
½ copo de açúcar refinado	90	22,33
1 ovo fresco	7,66	1,90
1 colher de café de fermento químico	1,6	0,397
1 colher de café de bicarbonato de sódio	1,0	0,248
1 colher de sopa de leite (7 mL)	0,64	0,159
0,1% de BHT na manteiga	0,09	0,022
1 colher de sopa de extrato de baunilha (5 mL)	0,05	0,012
Total	403,04	~100

¹Massas expressas em base seca

2.3 Técnica para a formulação e o processamento do biscoito

Na primeira etapa, misturaram-se os ingredientes secos: farinha, fermento e bicarbonato. Na segunda etapa, misturou-se a gordura com o BHT em batedeira (Kitchenaid, USA), em velocidade baixa por 30 segundos. Em seguida, adicionaram-se os açúcares. Bateu-se por 1 minuto em velocidade baixa, até formar uma massa homogênea e macia. Na quarta etapa, acrescentaram-se ovos, leite e baunilha, com misturamento por 1 minuto. Por último, colocou-se a mistura dos ingredientes secos, misturando por 30 segundos, em velocidade baixa, até formar um creme (emulsão). O antioxidante BHT foi adicionado na manteiga, para retardar a oxidação do produto final durante a sua estocagem.

A massa foi dividida em pequenas porções de 12,5 g e moldada mecanicamente. Em seguida, os biscoitos foram assados em forno combinado (Engel, Landsberg am Lech, Alemanha), utilizando apenas ar quente (aquecimento superior e inferior) durante 15 minutos, na temperatura de 180°C.

Após o assamento, os biscoitos foram resfriados até a temperatura ambiente e acondicionados, sob atmosfera comum, em recipientes hermeticamente fechados.

2.4 Caracterização física dos biscoitos

2.4.1 Procedimento *cookie spread* incompleto

As análises físicas preliminares dos biscoitos compreenderam os procedimentos descritos no macrométodo

10-50D, da AACC (AMERICAN... 1995). O diâmetro e a espessura foram determinados com paquímetro em conjuntos de oito biscoitos provenientes de uma mesma fornada, amostrados de forma aleatória. As medições foram repetidas três vezes, em diferentes posições.

TABELA 2. Tratamentos correspondentes ao delineamento fatorial 2², mostrando os valores reais das variáveis independentes estudadas do biscoito do tipo *cookie* formulado em cada tratamento.

Tratamento	Variáveis independentes			
	Codificadas		Descodificadas	
	Gordura	Farinha integral	Gordura (g)	Farinha integral (%)
1	-1	-1	47,5	15
2	-1	1	47,5	85
3	1	-1	72,5	15
4	1	1	72,5	85
5	-1.4142	0	30	50
6	1.4142	0	90	50
7	0	-1.4142	60	0
8	0	1.4142	60	100
9	0	0	60	50
10	0	0	60	50
11	0	0	60	50

2.4.2 Características texturométricas

Os *cookies* foram avaliados no analisador de textura TA-XT2 (Texture Analyzer, Stable MicroSystems; Hastemere, England), em dois atributos: "força de ruptura" ("corte" ou "quebra") e "força de compressão". O equipamento foi operado pelo programa Texture Expert (Windows Microsoft). A força de ruptura foi determinada com lâmina de aço retangular (Warner Bratzler, reversible) cortando o biscoito ao meio, disposto horizontalmente numa plataforma. Os parâmetros para determinar a força de compressão foram: velocidade de pré-teste, 3 mm/s; velocidade de teste, 2mm/s; velocidade pós-teste, 10 mm/s. O *trigger-type* utilizado foi de 20 g (para permitir o movimento da amostra), *Data Acquisition Rate* de 200 pps e distância de 10 mm. A sonda utilizada foi HDP/BS e o corpo de prova (*probe*), 30 mm.

2.5 Avaliação sensorial

A estimativa do grau de aceitação para cada formulação, com relação a seus atributos aparência, aceitação global, sabor e textura, foi obtida mediante teste de aceitação de equipe sensorial, composta por 39 adultos saudáveis, com idades entre 20 e 55 anos, e selecionados em função da disponibilidade, interesse e frequência de consumo de biscoitos em geral. Inicialmente foi solicitada dos consumidores manifestação

sobre “o quanto eles/elas gostavam ou desgostavam” dos biscoitos de um modo geral, usando o Método Afetivo de escala hedônica, estruturada mista, de nove pontos (1 = “desgostei extremamente”; 9 = “gostei extremamente”). Para o ensaio, os consumidores foram solicitados a informar o quanto eles gostavam ou desgostavam da aparência, do sabor e da textura das amostras. As amostras foram avaliadas em cabines individuais, iluminadas com luz branca. Todos os consumidores avaliaram todas as 11 formulações, em 3 sessões de degustação, conduzidas em dias distintos. A ordem em que as amostras foram oferecidas aos consumidores foi balanceada para eliminar os efeitos *first-order* e *carry-over*, seguindo-se o delineamento proposto por MACFIE *et al.* (1989). As amostras foram servidas de forma monádica, solicitando-se que o consumidor enxaguasse a boca com água, terminada cada avaliação. Não mais que quatro biscoitos foram avaliados em cada sessão.

2.6 Análise estatística

Calcularam-se inicialmente as médias de aceitação de cada tratamento junto ao grupo de consumidores. Utilizando-se esses valores, uma análise de regressão múltipla foi realizada para cada variável dependente: aceitação global, aceitação da aparência, do sabor e da textura do produto. Para se definir os modelos ajustados e suas respectivas superfícies de resposta, parâmetros significativos a $P \leq 0,10$ permaneceram no modelo, ao passo que os demais foram descartados. A validade de cada modelo foi estabelecida pelo coeficiente de determinação (R^2) e pelo teste de *lack-of-fit* (NETER *et al.*, 1989).

Em complementação, os dados foram analisados de forma individual utilizando ANOVA com duas fontes de variação: a) formulações e b) consumidores. O teste de médias seguiu o critério de Tukey. Histogramas de frequência (grau de aceitação \times porcentagem de provadores) também foram elaborados.

Por se tratar de teste realizado em nível laboratorial, com um pequeno número de consumidores, a significância estatística obtida nos testes de aceitação obviamente se limita à equipe que participou da avaliação.

Os resultados dos testes químicos e físicos foram submetidos a análise de variância e Teste de Tukey, tomando como padrão o nível de 5% de significância, para comparação das médias. Para se proceder ao ajuste dos modelos no estudo da superfície de resposta, estabeleceu-se $P \leq 0,10$ como o mínimo nível de probabilidade necessário.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teste antiglúten

Dada a sua termorresistência, o melhor indicador da presença de glúten é a ω -gliadina, especialmente em produtos industrializados. Contudo, as tentativas de detectar analiticamente esta fração na farinha crua deram resultados

negativos, confirmando dessa forma a ausência de glúten no amaranto brasileiro.

3.2 Testes de aceitação sensorial

As médias de aceitação da aparência e aceitação global do sabor e da textura das amostras avaliadas neste estudo pela equipe de consumidores e são apresentadas na Tabela 3.

A formulação 7 (60 g de gordura e 100% de farinha refinada; FR) recebeu média de aceitação para a aparência próxima de 7, correspondendo ao termo hedônico “gostei moderadamente”. Este tratamento foi o que se apresentou estatisticamente diferente dos demais e com maior aceitação entre consumidores, seguido das formulações: 1 (47,5 g de gordura, 15% de farinha integral, FI, e 85% de FR), 3 (72,5 g de gordura, 15% de FI e 85% de FR), 5 (30 g de gordura, 50% de FR e 50% de FI), 10 (60 g de gordura, 50% de FR e 50% de FI). A melhor aceitação da aparência da formulação 7 deve-se ao fato de esta ter sido elaborada com 100% de farinha refinada, fazendo com que se apresentasse com aparência mais clara e pouco arenosa ou “esfarelenta”.

TABELA 3. Médias¹ de aceitação dos tratamentos correspondentes ao delineamento experimental, com relação aos atributos de aparência e aceitação global, para sabor e textura (n=39 consumidores).

Tratamento	Médias do teste de aceitação						
	Escala hedônica para cada atributo						
	Aparência	Tratam.	Aceitação global	Tratam.	Sabor	Tratam.	Textura
7	7,30 ^a	6	6,70 ^a	6	6,69 ^a	4	6,80 ^a
1	6,60 ^{ab}	3	6,40 ^a	9	6,36 ^a	6	6,71 ^a
3	6,60 ^{ab}	9	6,40 ^a	7	6,14 ^a	3	6,66 ^a
5	6,60 ^{ab}	4	6,30 ^a	4	6,00 ^a	9	6,58 ^a
10	6,50 ^{ab}	7	6,15 ^a	3	5,89 ^a	1	6,49 ^a
4	6,20 ^b	1	6,00 ^a	11	5,86 ^a	2	6,03 ^a
9	6,10 ^b	10	5,95 ^a	10	5,77 ^a	11	5,88 ^a
2	6,00 ^b	11	5,95 ^a	1	5,60 ^b	7	5,77 ^a
11	5,90 ^b	2	5,60 ^b	5	5,47 ^b	10	5,65 ^a
6	5,60 ^b	5	5,13 ^b	2	5,44 ^b	8	4,94 ^b
8	3,70 ^c	8	4,56 ^{bc}	8	4,76 ^b	5	4,23 ^b

¹ 1 = desgostei extremamente; 5 = nem gostei nem desgostei; 9 = gostei extremamente

A formulação 8 (60 g de gordura e 100% de FI) recebeu média de aceitação de aparência próxima de 4, correspondendo ao termo hedônico “desgostei ligeiramente”. Este tratamento foi o que apresentou diferença estatística dos demais e menor aceitação pelos provadores. Já as formulações 1, 3, 5 e 10, apesar de apresentarem características diferentes em termos de composição, não se diferenciaram estatisticamente entre si, em termos da aceitação pela aparência.

Quase todas as amostras tiveram boa aceitação global pelos provadores, com exceção das amostras 2, 5 e 8, que apresentaram as menores pontuações. Esta última foi a que apresentou pior aceitação global, assim como aceitação de

aparência e sabor. As formulações 2, 5 e 8 não apresentaram diferença significativa entre si.

As formulações 6, 9, 7, 4, 3, 11 e 10 diferenciaram-se estatisticamente das demais formulações, apresentando melhor aceitação em relação ao atributo sabor. Vale mencionar que os tratamentos 9, 10 e 11 possuem a mesma formulação (60 g de gordura, 50% de FR e 50% de FI) e apresentaram a mesma resposta para aceitação em sabor. Os tratamentos 3 (72,5 g de gordura e 85% de FR), 4 (72,5 g de gordura e 15% de FR), 6 (90 g de gordura e 50% de FR) e 7 (60 g de gordura e 100% de FR), apesar de possuírem composições diferentes, apresentaram graus próximos de aceitação em relação ao sabor. Observa-se, no entanto, certa tendência às pontuações mais elevadas da escala com maiores teores de gordura e farinha refinada.

Os tratamentos 1 (47,5 g de gordura, 15% de FI e 85% de FR), 5 (30 g de gordura, 50% de FR e 50% de FI), 2 (47,5 g de gordura, 85% de FI e 15% de FR) e 8 (60 g de gordura e 100% de FI) apresentaram menor aceitação em relação ao sabor, provavelmente por estes terem sido elaborados com baixos percentuais de gordura, com exceção do tratamento 8, que em razão do conteúdo máximo de farinha integral aparentava ter recebido assamento excessivo.

Com relação ao teste afetivo de textura, podemos concluir que, apesar de os tratamentos não diferirem significativamente entre si, os graus de aceitação foram diferentes, sendo que os tratamentos 4, 6 e 3 alcançaram as maiores médias, próximas do “gostei moderadamente”. O tratamento 5 (30 g de gordura, 50% de FR) recebeu média de aceitação de textura de 4,23, correspondendo ao termo hedônico “desgostei ligeiramente”. Esta baixa pontuação para a textura ocorreu provavelmente em razão do baixo conteúdo de gordura. A baixa pontuação em textura para o tratamento 8 (60 g de gordura e 100% de FI) foi interpretada como sendo o resultado da combinação do alto teor de farinha integral com um reduzido teor de gordura.

3.3 Textura afetiva vs. textura objetiva

As análises textuométricas das 11 formulações de biscoito (Tabela 4), realizadas com o intuito de verificar se haveria relação entre a textura relatada pelos provadores e as medidas instrumentais, constataram que a formulação 5 (menor teor de gordura) e a formulação 6 (maior teor de gordura) diferiram significativamente entre si na textura/dureza, em concordância com os resultados sensoriais.

Ainda, a Tabela 4 mostra que a formulação 8 apresentou nível de dureza menor do que a formulação 7, apesar de as duas possuírem o mesmo nível de gordura. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de que, ao passo que a F8 continha 100% de farinha integral, a F7 continha 100% de farinha refinada. Tal observação é coerente com o comentário dos consumidores de que a farinha integral confere aspecto “esfarelento” ao *cookie* e mostra que a dureza é função das duas variáveis: teor de gordura e teor de farelo, veiculado pela farinha integral. Esta conclusão é confirmada pela observação de que a F6, contendo o maior teor de gordura e o maior teor de farinha refinada, foi a que apresentou melhor textura, combinando a quebra e a compressão.

TABELA 4. Médias da caracterização objetiva da textura nas formulações de biscoitos do tipo *cookie* mediante quebra ou ruptura da estrutura e compressão.

Formulações	Força de quebra (g)	Distância (mm)	Força de compressão (g)	Distância (mm)
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
F1	12992 ± 761	4,99 ± 0,65	625 ± 185	3,56 ± 1
F2	11328 ± 660	3,41 ± 0,76	491 ± 150	3,09 ± 1
F3	10937 ± 1439	3,95 ± 0,83	506 ± 155	3,71 ± 1
F4	10108 ± 1601	3,33 ± 0,41	513 ± 173	3,72 ± 1
F5	10536 ± 1313	6,60 ± 0,78	417 ± 145	3,52 ± 1
F6	4445 ± 919	2,49 ± 0,48	297 ± 81	2,28 ± 2
F7	10638 ± 4947	2,72 ± 1,01	603 ± 226	3,81 ± 1
F8	4403 ± 1379	2,42 ± 1,18	547 ± 224	2,86 ± 1
F9	12254 ± 1940	3,64 ± 0,59	594 ± 143	3,32 ± 1
F10	6858 ± 1516	2,52 ± 1,11	563 ± 165	3,64 ± 1
F11	9050 ± 1759	2,79 ± 0,44	559 ± 258	3,72 ± 1

Valores representam médias de oito repetições.

3.4 Análise das formulações por superfície de resposta

A Tabela 5 mostra os resultados das análises de regressão que originaram os modelos preditivos completos e ajustados nos testes afetivos dos biscoitos. Os modelos completos explicam 62, 72, 71 e 43% da variabilidade das respostas entre os provadores com relação aos valores hedônicos dos atributos de “aparência”, “aceitação global”, “sabor” e “textura”, respectivamente.

Para compor o modelo ajustado para a aceitação da aparência dos biscoitos, apenas o parâmetro linear “farinha” ($P=0,04$) foi selecionado, pois foi o único parâmetro que apresentou significância estatística ($P \leq 0,10$). Uma vez que o parâmetro selecionado foi negativo, pode-se concluir que, à medida que aumenta o teor de farinha integral na formulação, diminui a aceitação da aparência do produto (Tabela 3, formulação 8).

Vale ainda mencionar que o ajuste do modelo provocou redução do coeficiente de determinação (R^2) e o nível de significância (P) do parâmetro linear “farinha”, mantidos na equação preditiva. Assim, o modelo ajustado apresentou coeficiente de determinação, explicando somente 55% da variabilidade das respostas dos provadores. Entretanto, considerando-se que os dados são de natureza hedônica, esse nível de variação pode ser considerado bom para prever a aceitação da aparência dos *cookies* (MENDES *et al.*, 2001).

De forma análoga, como pode ser observado na Tabela 5, o atributo “aceitação global”, o coeficiente de determinação (R^2) de 0,72 e o nível de significância sofreram redução para 60% da variabilidade. Os parâmetros lineares farinha ($P=0,08$) e gordura ($P=0,05$) foram selecionados para permanecer no modelo ajustado, em razão de apresentarem significância estatística ($P \leq 0,10$). Dentro dos intervalos estudados, os valores absolutos dos parâmetros selecionados indicaram que altos valores de gordura e baixa quantidade de farinha integral resultam em aumento da aceitação global do produto.

As análises de regressão que originaram o modelo preditivo completo ($P \leq 0,05$) para a escala hedônica referente

TABELA 5. Coeficientes de regressão¹; valores t, níveis de significância dos parâmetros, coeficientes de determinação dos modelos completos e ajustados, obtidos a partir da escala hedônica para os atributos de “Aparência”; “Aceitação Global”, “Sabor” e “Textura” (n= 39 provadores).

Parâmetro	Aparência			Aceitação global			Sabor			Textura		
	Modelo completo			Modelo completo			Modelo completo			Modelo completo		
Parâmetro	Coeficiente de regressão	t	P	Coeficiente de regressão	t	P	Coeficiente de regressão	t	P	Coeficiente de regressão	t	P
Média geral (b)	6,17	13,33	0,00	6,09	22,93	0,00	5,99	26,78	0,00	6,04	12,11	0,00
Gordura (G)	-0,15	-0,54	0,62	0,42	2,55	0,05	0,32	2,35	0,07	0,56	1,82	0,13
Gordura (G2)	0,10	0,31	0,77	0,02	0,09	0,93	0,03	0,21	0,85	-0,01	-0,03	0,97
Farinha int. (F)	-0,76	-2,69	0,04	-0,34	-2,11	0,08	-0,25	-1,83	0,13	-0,19	-0,60	0,57
Farinha int. (F2)	-0,20	-0,58	0,59	-0,26	-1,35	0,23	-0,28	-1,73	0,15	-0,07	-0,19	0,85
Interação (GF)	0,05	0,13	0,91	0,075	0,33	0,76	0,07	0,35	0,74	0,15	0,35	0,74
	R ² = 0,62; P = 0,30			R ² = 0,72; P = 0,16			R ² = 0,71; P = 0,17			R ² = 0,43; P = 0,61		
	F _{falta de ajuste} = 10,8; P = 0,086			F _{falta de ajuste} = 4,6; P = 0,19			F _{falta de ajuste} = 1,8; P = 0,38			F _{falta de ajuste} = 4,63; P = 0,18		
	Modelo ajustado			Modelo ajustado			Modelo ajustado			Modelo ajustado		
	Aparência = 6,10 - 0,76F Equação (1)			A. global = 5,92 + 0,42G - 0,34F Equação (2)			Sabor = 5,82 + 0,32G Equação (3)			Não significativo (p>0,05)		
	R ² = 0,55; P = 0,0089			R ² = 0,60; P = 0,0248			R ² = 0,32; P = 0,0724			-		

¹ Modelo obtido com variáveis independentes codificadas. Parâmetros com P>0,10 não são significativos.

ao atributo “sabor” mostraram que apenas o parâmetro gordura teve influência significativa (P=0,07), o que confirma a importância desta variável e a insignificância das demais na percepção e no conceito afetivo do sabor.

Observou-se que o ajuste do modelo provocou redução dos valores R² e P, aumentando os níveis de significância do parâmetro linear “gordura”. Entretanto, tendo em vista que o R² explica somente 32% da variabilidade encontrada entre os consumidores, o modelo não prediz a maior parte da variação na aceitação dos biscoitos do tipo cookie, com relação ao sabor.

O modelo preditivo completo (P≤0,05) para aceitação dos biscoitos referente ao atributo “textura” também pode ser visto na Tabela 5. Nota-se que, diferente do observado para os demais atributos, esse modelo não apresentou significância estatística (P=0,10). Não havendo nenhum parâmetro que significativamente influencie ou determine a resposta dos provadores à textura, podemos afirmar que variações desse atributo não podem ser explicadas por nenhuma das variáveis selecionadas para o estudo.

Em face do observado, é provável que a faixa de variação dos níveis de gordura não tenha sido suficientemente ampla para provocar alterações significativas sobre os atributos de sabor e textura, de forma que impactasse a percepção.

A Figura 1 apresenta as faixas de variação das variáveis independentes (teores de farinha integral e gordura) e a resposta em termos de aceitação global. Adicionalmente, esta figura permite visualizar que, de fato, os biscoitos contendo menor porcentagem de farinha integral e maior de gordura alcançaram maior aceitação global entre os consumidores. O modelo preditivo indica que a região de melhor aceitação do biscoito, referente ao atributo “aceitação global”, situou-se entre 0 e 15% para o componente farinha integral e acima de 60 g para gordura. A média de aceitação foi de 5,81 – próximo do termo “gostei ligeiramente” – para a formulação com 0 a 15%

de farinha integral. Já para as formulações com 72,5 g e 90 g de gordura, foram obtidos os valores de 6,65 e 6,86 (“gostei moderadamente”), respectivamente.

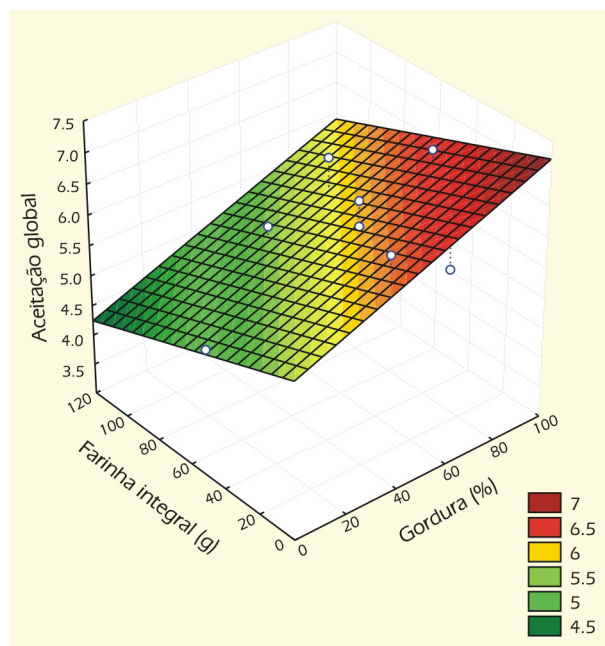


FIGURA 1. Superfície de resposta gerada do modelo codificado, ajustado, referente ao atributo “aceitação global”. A gordura foi expressa em % do intervalo explorado.

Em virtude de as demais variáveis dependentes não terem expressado valores de P significativos, seus gráficos foram omitidos.

Assim como observado anteriormente, para o atributo “aceitação”, os tratamentos que continham maior porcentual

de farinha integral nas formulações (85 e 100% de farinha integral) foram os que também apresentaram menor grau de aceitação global. Este resultado foi coerente com a observação de que, quanto maior o percentual de farinha integral nas formulações, menor foi a aceitação global, possivelmente em razão da característica “esfarelenta” conferida ao produto. As médias de aceitação global foram, respectivamente, 5,19 e 4,98 – “nem gostei/nem desgostei” – para as formulações com 85 e 100% de farinha integral.

Os diferentes percentuais de farinha refinada e integral nas formulações não interferiram nem influenciaram no atributo “sabor”. Nos produtos alimentícios, o ingrediente gordura é normalmente mais sensível ou perceptível pelos provadores do que o ingrediente farinha. Dessa forma, confirma-se que, o componente gordura exerce um impacto muito maior sobre o sabor do que certas características físicas da farinha. O perfil de sabor do amaranto foi definido pelos provadores como “suave”, “com sabor de nozes”, “ligeiramente doce”.

4. CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho mostram que biscoitos do tipo *cookie* elaborados com 100% de farinha de amaranto possuem consistência física suficiente para a elaboração de biscoitos, contando com a aceitação positiva de um consumidor não familiarizado com esse tipo de pseudocereal, como é o consumidor brasileiro.

Foi concluído ainda que, apesar das novas tendências sobre alimentação saudável, a preferência dos provadores inclinou-se pelo produto elaborado com o maior teor possível de farinha refinada de amaranto. As formulações que mostraram melhor aceitação pelos consumidores foram aquelas com o teor máximo de gordura (22,3%) da formulação original.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio concedido, ao CNPq pela bolsa de mestrado, de R.M. e à Empresa Brasileira

de Pesquisa Agropecuária, (Embrapa-Cerrados) pela doação das sementes de amaranto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOX, G.E.P.; DRAPER.N.R. **Empirical model-building and response surface**. New York: Wiley, 1987. 669p.
- CAPERUTO, L.C.; AMAYA-FARFAN, J.; CAMARGO, C.R.O. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free noodles. **J Sci. Food Agric.**, London, v. 81, n. 1, p. 95-101, 2001.
- CORREA, A.D.; JOKL, L.; CARLSSON, R. Chemical constituents, in-vitro protein digestibility and presence of antinutritional substances in amaranth grains. **Arch. Latin. Nutr.**, Caracas, v. 36, n. 2, p. 319-326, 1986.
- DIETERICH W.; EHNIS, T.; BAUER, M.; DONNER, P.; VOLTA, U.; RIECKEN, E.O.; SCHUPPAN, D. Identification of tissue transglutaminase as the autoantigen of celiac disease. **Nature Med**, v. 3, p. 797-801, 1997.
- MACFIE, H.J.; BRATCHELL, N.; GREEHOFF, K.; VALLIS, L.V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order and carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, m. 4, p. 129-148, 1989.
- MARCÍLIO, R.; AMAYA-FARFAN, J.; CIACCO, C.F.; SPEHAR, C.R. Fracionamento do grão de amaranto (*A. cruentus*) brasileiro e suas características composicionais **Ciênc. Tecnol. Alim.**, 23(3):511-516, 2003.
- MENDES, L.C.; MENEZES, H.C.; DA SILVA, M.A.A.P. Optimization of the roasting of robusta coffee (*C. canephora conillon*) using acceptability tests and RMS. **Food Quality and Preference**, v. 12, p. 153-162, 2001.
- NETER, S.J.; WASSERMAN, W.; KUTNER, M. **Applied linear regression models**. Boston: IRWIN, 1989. 8667p.
- SÁNCHEZ-MARROQUÍN, A. Dos cultivos olvidados de importancia agroindustrial; el amaranto y la quinua. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Guatemala City, 23(1): 11-32, 1983.
- SHOWALTER, M.E. **Pennsylvania Dutch Cooking**. The Mennonite Community Cookbook. Nova York: Random House Value Publishing, Inc., 2000. 494p.
- TOSI, E.A.; CIAPPINI, M.C.; MASCIARELLI, R. Utilización de la harina integral de amaranto (*Amaranthus cruentus*) en la fabricación de galletas para celíacos. **Alimentaria**, p. 49, enero-febrero, 1996.