

Análise descritiva de iogurte *light* suplementado com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*)

Descriptive analysis of light yogurt supplemented with yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour

RIALA6/1469

Christiane Mileib VASCONCELOS*, Célia Lúcia de Lucas Fortes FERREIRA, Mônica Ribeiro PIROZI, José Benício Paes CHAVES

* Endereço para correspondência: Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa/UFV, Av. P. H. Rolfs s/n., Campus da UFV, CEP. 36570-000, Viçosa, MG. Tel: +55 (31) 3899-3803. E-mail: chrismileib@yahoo.com.br
Recebido: 24.08.2011 - Aceito para publicação: 24.04.2012

RESUMO

A farinha de yacon é ingrediente alimentar rico em fibras, especialmente frutooligossacarídeos (FOS) e inulina, considerados como prebióticos. Neste estudo, foram produzidos iogurtes *light* suplementados com 1,58%, 2,56%, 3,00% e 3,86% de farinha de yacon e quantificados os teores de fibras. O efeito da concentração de farinha de yacon foi avaliado no perfil sensorial e na aceitabilidade dos produtos. A quantidade de farinha de yacon foi estimada para obter iogurtes que poderiam ser classificados como fontes de fibra alimentar total (FAT), inulina e/ou FOS. A FAT foi mensurada pelo método enzimático-gravimétrico, e FOS e inulina por cromatografia líquida de alta eficiência. O painel sensorial avaliou 11 atributos pelo método espectro (n = 9) e a aceitabilidade (n = 92) pela escala hedônica de nove pontos. Os resultados foram analisados por meio de Anova e regressão. Os iogurtes contendo 2,56% a 3,86% de farinha de yacon podem ser considerados como fontes de FAT. No perfil sensorial, os descritores para aparência, textura, aroma e sabor de yacon aumentaram linearmente ($p < 0,01$) com adição de farinha de yacon. Não houve mudança nos gostos doce e ácido, porém o aroma fermentado diminuiu com a suplementação. Houve maior aceitação de iogurtes com menor quantidade de farinha de yacon.

Palavras-chave. iogurte, farinha de yacon, fibra alimentar, frutooligossacarídeos, inulina, método espectro.

ABSTRACT

Yacon flour is a food ingredient rich in fiber, specially fructooligosaccharides (FOS) and inulin, considered as prebiotic. This study aimed at producing a light yogurt supplemented with 1.58%, 2.56%, 3.00% and 3.86% of yacon flour, and evaluating the quantity of fiber contents. The effect of yacon flour contents on the sensory profile and acceptability of yogurt was analyzed. The yacon flour amounts were estimated to produce yogurts, which could be classified as sources of total dietary fibers (TDF), inulin and/or FOS. TDF was quantified by enzymatic-gravimetric method, and FOS and inulin by high performance liquid chromatography. Sensory panel evaluated 11 attributes by spectrum method (n = 9) and acceptability (n = 92) by using nine-point hedonic scale. The results were analyzed by ANOVA and regression. Yogurts containing 2.56% to 3.86% of yacon flour may be considered a source of TDF. In the sensory profile, the descriptors for appearance, texture, yacon aroma and yacon flavor increased linearly ($P < 0.01$) with addition of yacon flour. Sweet and acid tastes did not change, and the fermented aroma decreased with supplementation. Acceptance was higher for yogurts with lower quantities of yacon flour.

Keywords. yogurt, yacon flour, dietary fiber, fructooligosaccharides, inulin, spectrum method.

INTRODUÇÃO

Os alimentos funcionais constituem prioridade de pesquisa na área de nutrição e tecnologia de alimentos, levando-se em conta o interesse do consumidor em alimentos mais saudáveis, que, além de nutrir, ajudam a modelar o sistema fisiológico do organismo¹⁻⁴.

O setor lácteo não foge a esta tendência em produzir alimentos em que a funcionalidade é o principal atributo^{5,6}. Dentre os produtos derivados do leite, o iogurte tem grande destaque, dada a sua versatilidade, podendo apresentar ausência ou reduzido teor de gordura, pode ser adicionado de frutas, cereais e diferentes sabores, sendo um alimento saudável e nutritivo^{7,8}. Pode também ser enriquecido com alimentos aos quais são atribuídas características probióticas, prebióticas e nutracêuticas.

Dentre os alimentos funcionais, o yacon (*Smallanthus sonchifolius*) tem ganhado importância. É uma raiz de origem andina e tem sido descrita como o alimento com maior conteúdo de frutooligossacarídeos (FOS) na natureza, diferentemente da maioria dos tubérculos e raízes, que armazenam seus carboidratos em forma de amido. Os FOS são um tipo especial de carboidrato com efeitos enormemente benéficos para a saúde humana. Uma das principais características desses carboidratos é a estimulação do crescimento de bactérias não patogênicas por meio da fermentação colônica, sendo assim classificados como constituintes bioativos com alegação prebiótica⁹ e, portanto, funcionais.

A partir da raiz de yacon, é possível obter a farinha, que vem sendo utilizada como ingrediente em alimentos, dando origem a produtos com baixo teor de gordura e reduzido valor calórico, além de propiciar benefícios fisiológicos ao consumidor¹⁰.

O desenvolvimento de iogurte *light* adicionado de farinha de yacon poderia ser uma alternativa no mercado de fermentados, pois, além de poder ser consumido por pessoas de diferentes faixas etárias, gerando vários benefícios à saúde, permitiria a elaboração de um produto com fibras e baixos teores de gordura e açúcar, possibilitando sua indicação para consumidores obesos, com índices lipídicos séricos elevados^{11,12} e com distúrbios gastrointestinais, como prisão de ventre.

Essas características, associadas à presença de atributos sensoriais desejáveis, são fatores fundamentais para assegurar um produto no mercado. Porém, para garantir que este produto tenha sucesso junto aos consumidores, é necessário que se trabalhe com

ferramentas de qualidade. Dentre estas ferramentas, têm-se as técnicas de análise sensorial que permitem diagnosticar os tipos e causas de deficiências na qualidade do produto, o que é fundamental para se definir medidas preventivas na produção, processamento e distribuição¹³.

Dentre os métodos sensoriais analíticos utilizados em alimentos, destaca-se a análise descritiva pelo método espectro, que consiste em uma completa, detalhada e acurada caracterização descritiva dos atributos sensoriais de um produto, dando ênfase tanto aos aspectos qualitativos, quanto aos quantitativos de medidas descritivas¹⁴.

Outros testes de expressiva relevância e muito úteis no campo da análise sensorial são os testes afetivos, que geralmente vêm em sequência aos descritivos. Os testes afetivos compreendem aqueles que irão avaliar o grau de gostar ou desgostar de determinado produto ou, ainda, a preferência que o consumidor assume sobre um produto com relação a outro. Estes testes podem fornecer informações complementares às respostas obtidas pela análise descritiva¹⁵.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo quantificar o teor de fibra alimentar total, frutooligossacarídeos e inulina e determinar o perfil sensorial, usando o método espectro de análise sensorial descritiva e a aceitabilidade sensorial de iogurtes *light* suplementados com diferentes proporções de farinha de yacon.

MATERIAL E MÉTODOS

Planejamento experimental

O preparo do iogurte foi conduzido segundo um delineamento inteiramente casualizado, com quatro formulações e um controle em duas repetições. Quatro concentrações de farinha de yacon foram adicionadas aos iogurtes formulados a partir de leite desnatado e adoçados com aspartame (0,072%). As concentrações de farinha de yacon foram estimadas em função da quantidade de fibras alimentares, FOS e/ou inulina, recomendada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária¹⁶ para alimentos líquidos com alegação de propriedades funcionais a partir da composição centesimal da farinha de yacon utilizada no presente estudo. Assim, os iogurtes foram adicionados de 1,58%, 2,56%, 3,00% e 3,86% de farinha de yacon, quantidades estas estimadas para fornecer 1,50 g de fibras totais, 1,50 g de FOS e inulina, 1,75 g de FOS e inulina e 1,50 g de FOS por porção de iogurte,

respectivamente, sendo a porção de iogurte equivalente a 200 mL. O iogurte controle consistiu na mistura base de leite desnatado adoçados com aspartame sem adição de farinha de yacon.

Processo de obtenção da farinha de yacon

A farinha de yacon, produzida com base na metodologia de Ribeiro¹⁷, foi obtida a partir de 45,5 kg de raízes de yacon *in natura*, adquiridas no Ceasa de Belo Horizonte (MG) no período de agosto a setembro de 2009. As raízes foram descascadas manualmente, fatiadas em multiprocessador (Walita RI7625) e imersas, inicialmente, em bacias de aço inoxidável por 15 minutos, contendo solução de hipoclorito de sódio (4% a 6% de cloro ativo) a 200 ppm e, posteriormente, em outra bacia de aço inoxidável, contendo solução de bissulfito de sódio a 0,1% em relação ao peso da raiz descascada. Em seguida, as raízes trituradas foram secas em estufa com ventilação forçada (Nova Ética 400ND/300 °C) a 55 °C por 48 horas. As raízes secas foram, então, trituradas em moinho com rotor vertical de martelos fixos (Marconi MA-090/CF) para obtenção de farinha, embalada em saco de polietileno e armazenada sob refrigeração, em câmara fria a 2-4 °C.

Processo de fabricação do iogurte *light* com farinha de yacon

Ao leite desnatado, foram adicionados a farinha de yacon e o aspartame, sendo a mistura homogeneizada em agitador mecânico (Omni Macro ES Digital Programmable Homogenizer) a 4.480 x g por 10 minutos e, posteriormente, aquecida à temperatura de 83 °C por 30 minutos em iogurteiras de aço inoxidável com capacidade para 20 L (Biasinox).

Após o aquecimento, a mistura foi resfriada até 42 °C e acrescida de 0,02% de fermento láctico fornecido pela Christian Hansen (Valinhos, SP), conforme Reis¹⁸, contendo culturas de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* para iniciar o processo de fermentação.

A fermentação do leite ocorreu por aproximadamente seis horas, a temperatura de 42 °C a 43 °C, até o iogurte atingir valores de acidez de 0,70-0,75% (expressa em porcentagem de ácido láctico). Em seguida, ele foi resfriado até alcançar 37 °C, para, então, realizar a quebra da coalhada. Imediatamente, foi realizado o envase em embalagens de polietileno de 860 mL e o armazenamento em câmara fria à temperatura de 2-4 °C até o momento das análises sensoriais, totalizando

30 dias. O processo de fabricação de cada formulação de iogurte foi realizado em repetição.

Determinação das frações de fibra alimentar dos iogurtes *light* com farinha de yacon

A concentração de fibra alimentar total (FAT) foi determinada por meio do somatório da quantidade de fibra alimentar solúvel (FAS), fibra alimentar insolúvel (FAI), FOS e inulina.

As concentrações de FAS e FAI foram mensuradas utilizando o kit-dietary fiber total, marca Sigma®, seguindo-se as técnicas de análises enzimático-gravimétricas propostas pela AOAC¹⁹. As determinações foram expressas como a média de duplicatas realizadas no iogurte de cada unidade experimental.

As determinações de FOS e inulina foram realizadas conforme metodologia de Kaneko; Kudo e Horikoshi²⁰ por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) com coluna HPX 87P marca BIO-RAD (fase estacionária de chumbo), usando água purificada como fase móvel. As amostras foram injetadas na coluna HPX 87P em cromatógrafo líquido marca Várian, modelo Pró-Star 410 com detector de índice de refração e injetor automático (Auto Sampler 410), com fluxo de 0,6 mL/min e temperatura da coluna 85 °C, projetando uma sequência de picos que foram comparados com os padrões.

Análise sensorial descritiva pelo método espectro dos iogurtes *light* com farinha de yacon

A análise sensorial descritiva dos iogurtes foi realizada usando o Método Espectro descrito por Meilgaard, Civille e Carr²¹.

Os provadores eram alunos da Universidade com faixa etária entre 19 e 30 anos, sendo sete mulheres e dois homens.

Inicialmente, foram recrutados 70 alunos da Universidade Federal de Viçosa, por meio de um questionário de identificação de consumidores de iogurte, em bom estado de saúde, disponibilidade de tempo, interesse e habilidade para utilizar a escala e definir termos descritivos. Desses, 50 foram pré-selecionados para participar da seleção e compor a equipe sensorial.

A seleção dos provadores contou com uma série de testes de acuidade para testar a habilidade dos participantes em detectar e descrever as características sensoriais e suas intensidades. Dentre esses testes, foram realizados testes de gostos primários, escala e uso de referências, identificação de odor, textura e aparência.

Dos 50 participantes pré-selecionados, 19 passaram nos testes de acuidade, sendo, então, selecionados para compor a equipe sensorial.

O treinamento foi realizado em duas partes, sessão de orientação geral e sessão prática. Na orientação geral, os provadores foram solicitados a identificar e definir os atributos de aparência, textura, gosto, sabor e aroma dos iogurtes. Em cada sessão de treinamento, todos os cinco iogurtes eram apresentados aos provadores para facilitar a identificação dos termos e referências. Foram definidos os atributos: aparência (cor, granulosidade e consistência), textura (viscosidade, textura farinácea e residual de farinha), gosto (doce e ácido), sabor (yacon) e aroma (yacon e fermentado). A definição dos termos e as referências utilizadas para cada atributo estão apresentados na Tabela 1.

É importante salientar que, apesar de o aspartame fazer parte dos ingredientes das formulações de iogurte *light* desenvolvidas neste estudo, os provadores não identificaram gosto residual de edulcorante durante o levantamento dos descritores a serem trabalhados, não sendo, portanto, utilizado este atributo durante a avaliação sensorial descritiva.

Após a definição da linguagem sensorial, foi elaborada a ficha de avaliação, com escalas não estruturadas de 15 centímetros, em que 0 = ausente e 15 = extremamente forte.

Na sessão prática, foi realizado um total de 11 exercícios, para que os provadores praticassem e aplicassem os princípios aprendidos. A partir desses exercícios, foi verificada a existência de repetibilidade e concordância das médias com a equipe. Ao final de cada sessão de exercícios, os resultados foram discutidos com a equipe sensorial a fim de identificar aqueles atributos sensoriais ou provadores que necessitavam de mais treinamento.

Após aproximadamente 50 horas de treinamento com base nas referências definidas para cada atributo e a realização dos exercícios, apenas nove provadores permaneceram compondo a equipe sensorial, sendo eles aptos a realizar a avaliação dos iogurtes *light* com farinha de yacon.

Para avaliação dos iogurtes, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com três replicatas, sendo apresentadas as cinco amostras de uma vez em cada sessão. Os provadores receberam aproximadamente 30 g

Tabela 1. Linguagem sensorial utilizada na avaliação sensorial descritiva de iogurtes com yacon

Termos	Definição	Referência
Cor	Tonalidade da cor variando de branco a marrom	0 = iogurte natural; 7,5 = iogurte Nestlé Neston® sabor banana, mamão e maçã; 15 = iogurte de ameixa Molico®
Granulosidade	Partículas de farinha de yacon observadas visualmente	1 = água; 7,5 = iogurte com 2,5% FY; 15 = iogurte com 5% FY.
Consistência	Propriedade de resistência ao escoamento	1 = água; 7,5 = iogurte com 2,5% FY; 15 = iogurte com 5% FY.
Viscosidade	Propriedade de resistência ao escoamento na boca	1 = água; 7,5 = iogurte com 2,5% FY; 15 = iogurte com 5% FY.
Textura farinácea	Partículas de farinha de yacon percebidas na boca durante a manipulação da amostra adicionada	0 = iogurte natural; 7,5 = iogurte com 2,5% FY; 15 = iogurte com 5% FY.
Residual de farinha	Sensação residual de farinha de yacon percebida após a deglutição do iogurte	0 = iogurte natural; 7,5 = iogurte com 2,5% FY; 15 = iogurte com 5% FY.
Gosto doce	Gosto doce associado à presença de açúcares ou agentes adoçantes	0 = iogurte natural; 2 = 2% de sacarose; 5 = 5% de sacarose; 15 = 15% de sacarose.
Gosto ácido	Gosto ácido associado à presença de ácidos	2 = 0,05% de ácido cítrico; 5 = 0,08% de ácido cítrico; 15 = iogurte natural.
Sabor de yacon	Sabor característico de yacon	0 = iogurte natural; 7,5 = iogurte com 2,5% FY; 15 = iogurte com 5% FY.
Aroma de yacon	Aroma característico de yacon	0 = iogurte natural; 7,5 = iogurte com 2,5% FY; 15 = iogurte com 5% FY.
Aroma fermentado	Aroma associado com iogurte natural	0 = iogurte de coco DeLeite®; 15 = iogurte natural.

FY = Farinha de yacon

de amostra a 10 °C, servidas em copos descartáveis de 50 mL codificados com números aleatórios de três dígitos em cabines individuais sob luz branca, juntamente com um copo de água filtrada.

Testes de aceitação sensorial dos iogurtes *light* com farinha de yacon

O teste de aceitação foi conduzido com a participação de 92 funcionários e estudantes universitários com idade entre 15 e 45 anos, sendo 54% do sexo masculino. Amostras das cinco formulações de iogurte foram servidas em uma só vez, monadicamente, em ordem aleatória, em copos descartáveis de 50 mL, identificados com códigos de três dígitos, juntamente com a ficha de avaliação da escala hedônica e um copo de água filtrada, a 23 °C, para cada provador. Os atributos sensoriais aroma, sabor, textura e impressão global foram avaliados utilizando-se uma escala hedônica de nove pontos variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9)¹⁵.

Análise estatística

Os resultados da avaliação sensorial descritiva foram analisados de acordo com o delineamento em blocos casualizados (DBC), sendo os provadores considerados como blocos, com 5 formulações e 2 repetições. Para o teste de aceitação sensorial, foi utilizado o modelo de delineamento inteiramente casualizado, com 5 formulações e 92 provadores como repetição.

A avaliação sensorial descritiva foi submetida à análise de variância (Anova) realizada com três fontes de variação: formulação, provador e interação provador-formulação.

Para os atributos sensoriais que apresentaram interação provador-formulação significativos ($p < 0,01$), foi verificada a magnitude dessas interações por meio de gráficos de intensidade dos atributos por formulação por

provador. Os dados dos provadores que demonstraram interação grave foram retirados da análise dos resultados para o respectivo atributo.

Em relação aos atributos sensoriais que demonstraram diferença significativa ($p < 0,01$) entre os iogurtes, foram ajustadas equações de regressão dos escores obtidos de cada atributo em função do teor de farinha de yacon. Nesta análise, foram testados modelos de equação linear e quadrático para cada atributo sensorial em função da variação na concentração de farinha de yacon no iogurte.

Os resultados do teste de aceitação sensorial foram submetidos a Anova. Para os atributos que apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$), foram testados modelos de equação linear ou quadrático.

A análise dos resultados foi realizada utilizando-se os procedimentos do ambiente SAS²² versão 9.1 licenciado para a Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise das frações de fibra alimentar dos iogurtes *light* com farinha de yacon

Os teores de fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar insolúvel (FAI), fibra alimentar solúvel (FAS), fosfo-oligossacarídeos (FOS) e inulina presentes em cada iogurte estão apresentados na Tabela 2.

De acordo com a legislação brasileira, são considerados alimentos com alegação funcional aqueles que apresentam no mínimo 1,5 g de fibras alimentares totais, ou 1,5 g dos constituintes de fibras (FOS ou inulina, isoladamente), em alimentos líquidos, por porção de consumo do produto (200 mL)²³.

Para o experimento, foi estimada a quantidade de farinha de yacon capaz de fornecer 1,50 g de fibras totais (1,58%); 1,50 g de FOS e inulina (2,56%); 1,75 g de FOS e inulina (3,00%); e 1,50 g de FOS (3,86%) por

Tabela 2. Valores médios dos componentes da fração fibra alimentar por porção de iogurte *light* com yacon (g/200 mL)

Componentes (%)	Iogurte controle	Iogurte com 1,58 % FY*	Iogurte com 2,56 % FY*	Iogurte com 3,00 % FY*	Iogurte com 3,86 % FY*
FAI	0	0,50	0,82	0,96	1,22
FAS	0	0,08	0,12	0,14	0,18
FOS	0	0,28	0,34	0,34	0,40
Inulina	0	0,54	0,78	0,78	0,96
FAT**	0	1,40	2,06	2,22	2,76

* Farinha de yacon.

** Fibra alimentar total obtida por meio do somatório das determinações de fibra alimentar insolúvel (FAI), fibra alimentar solúvel (FAS), FOS e inulina.

porção de iogurte, quantidade suficiente para classificá-los como produtos com alegação funcional. Contudo, ao determinar os componentes da fração fibra no produto final, obteve-se 1,40, 1,12, 1,12 e 0,40 g/porção dos constituintes descritos; assim, nenhum dos iogurtes desenvolvidos neste estudo contemplou a quantidade de fibra alimentar total, FOS e/ou inulina previamente estimada.

A redução nos valores de fibras totais, FOS e inulina determinados pelo método enzimático-gravimétrico e HPLC nos iogurtes, em relação à quantidade inicialmente estimada, podem ter ocorrido devido à degradação enzimática de FOS e inulina em sacarose, glicose e frutose, que ocorrem durante a estocagem²⁴, visto que a farinha utilizada no desenvolvimento dos iogurtes foi armazenada sob refrigeração (2-4 °C) por um período aproximado de sete meses.

A degradação enzimática de FOS e inulina provém da despolimerização das cadeias dessas fibras, hidrolisadas em açúcares simples pela ação da enzima frutano hidrolase, que rompe a cadeia entre os resíduos de frutose até a molécula terminal de sacarose e, em seguida, a invertase rompe a molécula de sacarose resultando em frutose e glicose livres^{25,26}. Os trabalhos de Graefe et al.²⁴ indicam que a velocidade desta conversão é especialmente rápida nos primeiros dias pós-colheita. Após uma semana de armazenamento à temperatura ambiente, cerca de 30% a 40% dos FOS terão sido transformados em açúcares simples na raiz *in natura*. A produção de farinha de yacon permite a redução da degradação enzimática de FOS em glicose e frutose²⁴ e, além disso, a velocidade de conversão desses constituintes de fibras se torna mais lenta sob refrigeração^{27,28}.

Assim, apesar de não serem considerados fontes de FOS e/ou inulina, os iogurtes contendo 2,56%, 3,00% e 3,86% de farinha de yacon apresentaram 2,06, 2,22 e 2,76 g de fibra alimentar total por porção do produto, respectivamente (Tabela 2), suprimindo a recomendação para este componente. Portanto, pode-se considerar que esses iogurtes são alimentos fonte de fibras alimentares totais com alegação funcional e que, além disso, fornecem quantidades consideráveis das fibras solúveis FOS e inulina.

Análise descritiva pelo método espectro sensorial dos iogurtes *light* com farinha de yacon

Os atributos sensoriais textura farinácea, residual de farinha, gosto doce e aroma fermentado demonstraram

efeito significativo ($p \leq 0,01$) da interação formulação-provador. Para corrigir essa ocorrência, a magnitude dessas interações nesses atributos foi verificada por meio de gráficos da intensidade dos atributos por formulação, por provador.

A partir da construção desses gráficos, foram observados que, para determinados atributos, alguns provadores apresentaram comportamento destoante em relação aos demais e, conseqüentemente, efeito da interação formulação-provador significativo ($p < 0,01$); assim, na avaliação desses atributos, as notas atribuídas por esses provadores foram retiradas. Para o atributo textura farinácea, foram retirados dois provadores que apresentaram interação grave, sendo, portanto, recalculada a média com base nos resultados de sete provadores. Já para os atributos residual de farinha e gosto doce, foi retirado apenas um provador, utilizando os dados de oito provadores para cada um desses atributos e, para aroma fermentado, foram retirados três provadores, restando seis para o cálculo das médias.

Retirados os dados dos provadores com interação grave, a Anova foi novamente realizada, sendo não significativo ($p > 0,01$) o efeito da interação formulação-provador, para os atributos sensoriais avaliados. O atributo gosto ácido do iogurte demonstrou não sofrer alteração significativa ($p > 0,01$) com a variação da concentração de farinha de yacon utilizada neste estudo.

Para os demais atributos, foram testados modelos de regressão linear e quadrático a 1% de probabilidade, como apresentado na Tabela 3.

Os atributos cor, consistência, sabor de yacon, aroma de yacon e aroma fermentado apresentaram modelos de regressão com falta de ajuste não significativa, coeficientes de regressão significativos e elevados coeficientes de determinação ($R^2 > 0,83$), podendo ser usado para fins preditivos. Por outro lado, apesar do atributo gosto doce ter apresentado falta de ajuste não significativa, seus coeficientes de regressão foram não significativos, indicando uma inadequação dos modelos linear e quadrático para prever o comportamento desse atributo em relação à variação da concentração de farinha de yacon utilizada no estudo.

Os atributos granulidade, viscosidade, textura farinácea e residual de farinha apresentaram coeficientes de regressão e falta de ajuste significativos; no entanto, a falta de ajuste para esses atributos apresentou um valor muito baixo; assim, sua significância foi desconsiderada, e os modelos foram utilizados para explicar a variação

Tabela 3. Estimativas de regressão da variação dos escores dos atributos sensoriais da análise descritiva pelo método espectro dos iogurtes em função da adição de farinha de yacon (X), seus respectivos coeficientes de determinação (R²) e níveis de probabilidade (p) para o valor F da regressão

Atributo	Modelo de regressão	R ²	Prob >F
Cor	1,03 + 2,30X	0,9594	<0,0001
Granulosidade	0,72 + 2,67X	0,9055	<0,0001
Viscosidade	4,11 + 1,54X	0,7538	<0,0001
Consistência	3,69 + 1,63X	0,8336	<0,0001
Textura farinácea	0,51 + 2,70X	0,8406	<0,0001
Residual de farinha	0,58 + 2,76X	0,9069	<0,0001
Gosto doce	Y = 3,71		
Sabor de yacon	0,26 + 2,88X	0,9808	<0,0001
Aroma de yacon	0,20 + 2,77X	0,9639	<0,0001
Aroma fermentado	10,26 - 2,55X	0,9554	<0,0001

desses atributos em função da concentração de farinha de yacon.

Pode-se observar que houve efeito linear significativo para todos os atributos avaliados. Estes resultados sugerem que, sob as condições praticadas no experimento, as mudanças sensoriais ocorreram de forma linear em função da concentração de farinha de yacon no iogurte, ou seja, com o aumento das concentrações, tem-se uma variação linear da percepção dos atributos avaliados.

Para os atributos cor, granulosidade, viscosidade, consistência, textura farinácea, residual de farinha, sabor de yacon e aroma de yacon foram observados relação positiva, ou seja, a intensidade desses atributos aumenta à medida que se aumenta a concentração da farinha de yacon. Contrariamente, o atributo aroma fermentado apresentou relação negativa, isto é, com o aumento da concentração de farinha de yacon, tem-se a redução da intensidade de percepção pelos provadores desse atributo sensorial.

A relação inversa percebida entre aroma fermentado e aroma de yacon, sugere que, com o aumento da concentração de farinha de yacon, tem-se também o aumento de aroma de yacon que, por sua vez, reduz a percepção do aroma fermentado. Nota-se também que as equações geradas para aroma de yacon e sabor de yacon são bem semelhantes.

O perfil sensorial de cada iogurte com yacon, expresso graficamente, segundo as médias dos termos descritores do Método Espectro, pode ser observado na Figura 1. No gráfico, o ponto zero da escala do atributo é o seu centro, e a intensidade aumenta do centro para a sua periferia. A média de cada atributo, para cada iogurte, é marcada no eixo correspondente e o perfil sensorial é traçado pela conexão dos pontos.

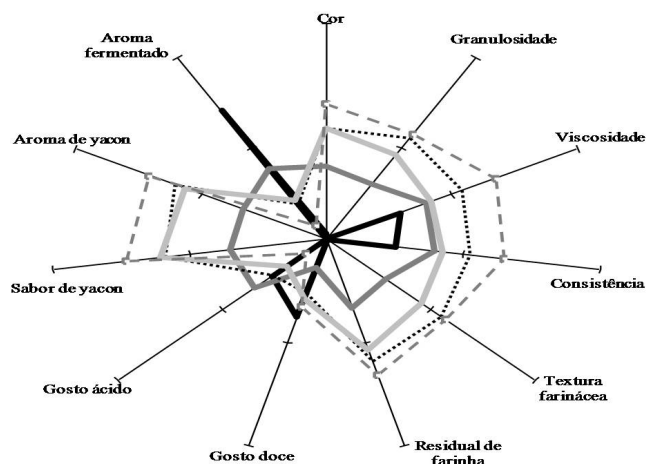


Figura 1. Perfil sensorial do iogurte *light* com farinha de yacon

Ao se comparar o iogurte controle com os iogurtes adicionados de farinha de yacon, observa-se que os provadores indicaram que a presença desta farinha contribui para um aumento dos escores sensoriais para viscosidade e consistência, possivelmente devido ao teor de fibras solúveis presente na farinha de yacon que interagem com a fração aquosa do iogurte. Para aroma fermentado, os provadores indicaram que a presença de farinha de yacon diminuiu os escores da percepção desse atributo, confirmando a equação de regressão encontrada.

Quanto aos atributos granulosidade, textura farinácea, residual de farinha, sabor de yacon e aroma de yacon, o iogurte controle apresentou média igual a zero, o que se deve à ausência de farinha de yacon em sua composição.

O perfil sensorial descritivo dos atributos demonstra que o iogurte com 3,86% de farinha de yacon

Tabela 4. Estimativas de regressão para os atributos avaliados no teste de aceitação dos iogurtes *light* com yacon em função da concentração de farinha de yacon (X) e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de probabilidade para os valores de F da regressão

Atributo	Modelo de regressão	R^2	Prob>F
Aroma	6,53 - 0,37X	0,8414	<0,0001
Sabor	6,77 - 1,59X + 0,21X ²	0,9535	<0,0001
Textura	6,11 - 0,65X	0,9427	<0,0001
Impressão global	6,47 - 1,27X + 0,16X ²	0,9503	<0,0001

apresentou maior intensidade (maiores valores de escores médios) para cor, granulabilidade, viscosidade, consistência, textura farinácea, residual de farinha, aroma de yacon e sabor de yacon, visto que as médias para esses atributos apresentaram-se mais externas e menor intensidade para aroma fermentado e gosto ácido, uma vez que suas médias estão mais internas (Figura 1). Este resultado era esperado, pois tal iogurte possuía a maior concentração de farinha de yacon. A menor intensidade de gosto ácido indica que a farinha de yacon mascara a percepção desse atributo presente naturalmente em iogurtes.

Os escores médios dos iogurtes com 2,56% e 3,00% de farinha de yacon foram bem semelhantes, especialmente para cor, residual de farinha, gosto doce, gosto ácido, sabor de yacon, aroma de yacon e aroma fermentado. Esta ocorrência se deve ao fato de a diferença nas concentrações de farinha de yacon para estes iogurtes ter sido de apenas 0,44%, muito baixa quando comparada à diferença apresentada pelos demais iogurtes.

Aceitação sensorial dos iogurtes *light* com farinha de yacon

Todos os iogurtes avaliados apresentaram escores de aceitação médios alocados entre os termos hedônicos “desgostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” (dados não mostrados). Sugere-se que a baixa aceitação dos iogurtes, inclusive do controle pode ter ocorrido devido ao fato de ter sido realizado um teste com informação e de os consumidores não conhecerem a raiz de yacon e, portanto, não reconhecerem seu aroma e sabor característicos.

Como a aceitação foi significativamente ($p < 0,01$) diferente para todas as formulações de iogurte *light* suplementadas com farinha yacon, foram gerados modelos de regressão para prever a tendência da aceitação de cada atributo em relação à concentração de farinha de yacon. Tais equações estão apresentadas na Tabela 4.

Todos os modelos apresentaram falta de ajuste não significativo, coeficientes de regressão significativos e

altos coeficientes de determinação ($R^2 > 80\%$), indicando que eles podem ser usados para avaliar a variação das respostas dentro do intervalo de variação estudado.

Aroma e textura apresentaram efeito linear negativo, enquanto sabor e impressão global demonstraram efeito quadrático negativo. Assim, para os primeiros, os modelos de regressão sugerem que, em relação à quantidade de farinha de yacon estudada, quanto maior a concentração de farinha de yacon adicionada aos iogurtes, menor é a sua aceitação para esses atributos.

CONCLUSÃO

Os iogurtes *light* do presente estudo contendo 2,56%, 3,00% e 3,86% de farinha de yacon por porção permitiram a obtenção de produtos que podem ser considerados alimentos fonte de fibras alimentares totais com alegação funcional e que, além disso, fornecem quantidades consideráveis de fibras solúveis, como FOS e inulina.

O teste de aceitação forneceu médias baixas para os atributos avaliados. Seria interessante a realização de novos testes de aceitação sem a informação da composição do iogurte e/ou com a informação de suas propriedades funcionais para comparar os resultados e verificar se estas informações influenciam ou não na aceitação dos produtos.

Em conclusão, as indústrias alimentícias que desejam lançar no mercado produtos contendo yacon devem investir tanto nos aspectos sensoriais do produto, como na divulgação dos benefícios do consumo dessa raiz à saúde humana, a fim de levantar expectativas positivas nos consumidores e estimular a compra e o consumo destes produtos.

REFERÊNCIAS

1. Ferreira CLLF. Tecnologia para Produtos Lácteos Funcionais: Probióticos. *Bol SBCTA*. 2000;1(36).
2. Nitschke M, Umbelino DC. Frutooligossacarídeos: Novos Alimentos Funcionais. *Bol SBCTA*. 2002;1(36).

3. Kimura YO. Alimentos Simbióticos: A combinação de microrganismos probióticos com ingredientes prebióticos representa uma nova oportunidade no desenvolvimento de produtos lácteos saudáveis. *Rev Laticínios*. 2002;22.
4. Oliveira SP. Alimentos Funcionais: Aspectos Relacionados ao Consumo. *Rev Food Ingrid*. 2002;20.
5. Matsubara S. Alimentos Funcionais: Uma tendência que abre perspectivas aos laticínios. *Rev Laticínios*. 2001;6(34):10-8.
6. Belchior F. Lácteos 100 % saudáveis. *Rev Leite e Derivados*. 2003;12(69):30-3.
7. Tamime AY, Robinson RK. *Yogurt Science and Technology*. 3ª. ed. Washington: CRC Press; 2000.
8. McKinley MC. The nutrition and health benefits of yoghurt. *Int J Dairy Technol*. 2005;58:1-12.
9. Meier R, Lochs H. [Pre- and probiotics]. *Ther Umsch*. 2007;64(3):161-9.
10. Rolim PM, Salgado SM, Padilha VM, Livera AVS, Guerra NB, Andrade SAC. Análise de componentes principais de pães de forma formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.). *Rev Ceres*. 2010;57(1):12-7.
11. Oliveira AFA. *Leites Fermentados e Bebidas Lácteas*. Campinas: Ital; 1997.
12. Mahan LK. *Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia*. 9ª. ed. São Paulo: Roca; 1998.
13. Madrona GS, Zotarelli MF, Bergamasco R, Branco IG. Estudo do efeito da adição de soro de queijo na qualidade sensorial do doce de leite pastoso. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2009;29(4):826-33.
14. Muñoz AM, Civille GV. The Spectrum descriptive analysis method. *In: Hootman RC, editor. Manual on Descriptive Analysis Testing for Sensory Evaluation*. ASTM Manual Series: MNL 13; 1992; p. 22-34.
15. Stone H, Sidel JL. *Descriptive analysis*. *In: Stone H, Sidel JL, editores. Sensory Evaluation Practices*. 3ª. ed. Califórnia: Elsevier Academic Press; 1985. p. 248-77.
16. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). *Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. Lista das Alegações Aprovadas*. 2005. Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm].
17. Ribeiro JA. Estudo químico e bioquímico do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in natura e processado e influência do seu consumo sobre níveis glicêmicos e lipídios fecais de ratos [dissertação de mestrado]. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras; 2008.
18. REIS RC. Iogurte “light” sabor morango: equivalência de doçura, caracterização sensorial e impacto da embalagem na intenção de compra do consumidor [tese de doutorado]. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; 2007.
19. AOAC. *Official Methods of Analysis of the AOAC International*. 16. ed. Gaithersburg; 1997.
20. Kaneko T, Kudo T, Horikoshi K. Comparison of CD composition produced by chimeric Cgtases. *Agric Biol Chem*. 1990;54(1):197-201.
21. Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. *The Spectrum™ Descriptive Analysis Method*. *In: Meilgaard M, Civille GV, Carr BT, editores. Sensory Evaluation Techniques*. 3ª. ed. New York: CRC Press; 1999. p. 173-229.
22. *Statistical Analysis System – SAS. User’s procedures guide. Version 9.1*, Cary: SAS Institute; 1989.
23. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria n. 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. *Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, n. 11E, 1998. p. 4-13*.
24. Graefe S, Hermann M, Manrique I, Golombek S, Buerkert A. Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. *Field Crop Res*. 2004;86:157-65.
25. Carvalho S, Toledo I, Araújo F, Pereira G. Fructanos en raíces tuberosas de yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl.) expuestas al sol y almacenadas bajo condiciones ambientales. *Agro-Ciencia*. 2004;20(1):17-23.
26. Manrique I, Párraga A, Hermann M. Yacon syrup: Principles and processing. Series: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). n. 8B. International Potato Center, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Erbacher Foundation, Swiss Agency for Development and Cooperation. Lima; 2005.
27. Asami T, Minamisawa K, Tsuchiya T, Kano K, Hori I, Ohyama T, Kubota M, Sukihashi T. Fluctuations of oligofructan contents in tubers of yacon (*Polymnia sonchifolia*) during growth and storage. *Jpn J Soil Sci Plant Nutr*. 1991;62:621-7.
28. Seminario J, Valderrama M, Manrique I. El yacon: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Lima; 2003.