

Concentrado proteico do soro e yacon agregam valor nutricional e sensorial em iogurte *diet*

Whey protein concentrate and yacon enhance the nutritional and sensory values in diet yogurt

RIALA6/1443

Maria Inês DANTAS¹, Christiane Mileib VASCONCELOS², Carina Aparecida PINTO¹, Valéria Paula Rodrigues MINIM², Hércia Stampini Duarte MARTINO^{1*}

* Endereço para correspondência: ¹Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Av. P. H. Rolfs s/n, Campus da UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG. Tel.: +55 (31) 3899-3741. E-mail: hercia@ufv.br.

²Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

Recebido: 20.06.2011 - Aceito para publicação: 17.01.2012

RESUMO

Neste estudo, foram analisadas a composição química e a aceitabilidade de iogurte *diet* em que foram acrescentados concentrado proteico do soro de leite (CPS) e diferentes concentrações de doce de yacon (DY). Foram desenvolvidas quatro formulações de iogurtes utilizando-se leite parcialmente desnatado, 1,5% de CPS, 1,1% de edulcorante, 1,0% de essência de salada de fruta e concentrações de 8%, 15% e 25% de DY. A composição centesimal das quatro formulações foi analisada segundo os critérios da legislação brasileira. A aceitabilidade das amostras foi avaliada por 82 consumidores e examinadas por meio de análise de regressão, com ajustamento de um modelo de regressão e mapa de preferência interno. Os teores de proteínas em todas as formulações mostraram valores adequados conforme previsto na legislação brasileira. As formulações apresentaram valores abaixo de $2,9 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ nos teores de lipídios, sendo classificadas como produtos parcialmente desnatados. Quanto maior a adição de doce de yacon, maior foi a aceitação do iogurte pelos consumidores. Desta forma, os iogurtes desenvolvidos atendem às exigências do mercado consumidor atual, que deseja produtos com boa qualidade sensorial e nutricional, capazes de agregar vantagens de alimentos funcionais e trazer benefícios à saúde.

Palavras-chave. concentrado proteico de soro, yacon, iogurte.

ABSTRACT

This study aimed at evaluating the chemical composition and acceptability of diet yogurt formulated by adding whey protein concentrate (WPC) and different concentrations of sweet yacon. Four formulations of yogurt were developed using partially skimmed milk, 1.5% of WPC, 1.1% of sweetener, 1.0% of fruit salad essence and concentrations of 8%, 15% and 25% of sweet yacon. The chemical composition of four formulations was analyzed according to the Brazilian regulation criteria. The acceptability of the formulations was evaluated by 82 consumers. The results were evaluated by means of analysis of variance and regression, and using an internal preference mapping. In all the formulations, the protein showed appropriate values as required by the Brazilian regulation. Regarding fat contents, the formulations showed values below $2.9 \text{ g} \times 100 \text{ g}^{-1}$, being classified as partially skimmed product. The higher was the sweet yacon addition, the greater was the yogurt acceptance by consumers. The developed yogurts comply with the requirements of the current consumer market, which cares for products with high nutritional and sensory qualities, and to combine the advantage of functional foods and health benefits.

Keywords. whey protein concentrate, yacon, yogurt.

INTRODUÇÃO

Grande parte das indústrias alimentícias no Brasil tem encontrado na inovação de produtos a chave para a sobrevivência no mercado. Uma forte tendência é o lançamento de produtos que, além da alta qualidade sensorial e nutricional, apresentem benefícios associados à saúde, os denominados alimentos funcionais¹. Dentre os alimentos cujas alegações de saúde têm sido amplamente divulgadas destaca-se o iogurte, pois, além de ser um produto de consumo rápido e prático, de fácil aceitação e rico em nutrientes, possui qualidades sensoriais e de saúde associadas. Alguns estudos reconhecem as características nutricionais do iogurte e a presença de uma série de fatores multidimensionais implicados na promoção da saúde humana²⁻⁴. Além dos tipos de iogurte já considerados tradicionais, como os aromatizados, líquidos, com pedaços de frutas e desnatados, a evolução tecnológica da produção conduziu à entrada de novos produtos, com maior valor nutricional agregado, que progressivamente têm conquistado os consumidores⁴.

O concentrado proteico do soro de leite (CPS) vem sendo aplicado em diversos produtos dietéticos devido a suas propriedades funcionais tecnológicas, entre as quais agir mimetizando a gordura⁵, apresentar boa solubilidade, a capacidade emulsificante, geleificante e de retenção de ar, adequadas viscosidade e adesividade e a capacidade de realçar cor, sabor e textura^{6,7}.

Além das propriedades tecnológicas, as proteínas do soro são de alto valor biológico, fácil digestão, excelente eficiência metabólica e ricas em aminoácidos sulfurados. Possuem propriedades funcionais, como: facilitar a ação das proteínas e enzimas digestivas no organismo humano, melhorar o sistema imunológico, reduzir o colesterol sérico, facilitar a absorção de cálcio, fósforo, ferro e ser fonte de galactose, que é importante na síntese de tecidos nervosos e cerebrosídeos em crianças^{8,9}.

Assim como as proteínas do soro, a raiz de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) também possui alegação de saúde, sendo considerada alimento funcional devido, principalmente, a seu elevado conteúdo de frutanos do tipo inulina e fruto-oligossacarídeos (FOS) como carboidratos de reserva¹⁰. A importância da inulina e do FOS deve-se ao fato de esses compostos sofrerem mínima (< 10%) hidrólise enzimática no intestino delgado. Assim, eles entram no intestino grosso e são quase completamente metabolizados pela microflora. Quando fermentados, tendem a favorecer a produção de

ácidos graxos de cadeia curta, como o ácido propiônico, o qual, por sua vez, diminui a relação ácido acético-ácido propiônico, levando à diminuição do colesterol sérico total e da LDL, que são importantes fatores de risco para doença arterial coronariana¹¹.

Dentre os benefícios para a saúde humana associados ao consumo de yacon, podem ser citados: valor energético reduzido; eliminação de bactérias patogênicas e putrefativas por efeito da multiplicação das bifidobactérias; redução dos lipídios no sangue; aumento da absorção de minerais como cálcio, magnésio e ferro; inibição dos estágios iniciais do câncer de cólon; e diminuição da velocidade de absorção dos açúcares¹². Diante disso, sugere-se que tais efeitos podem estar associados à prevenção de diversas doenças crônicas não transmissíveis.

Com base nessas alegações, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver iogurte *diet* acrescido de concentrado proteico do soro de leite e doce de yacon e avaliar o efeito desses ingredientes na composição química e na aceitabilidade sensorial do produto, visando proporcionar ao consumidor uma nova opção de produto fermentado enriquecido com proteínas de alto valor biológico e fibras alimentares, especialmente FOS, e que apresente boas características sensoriais.

MATERIAL E MÉTODOS

Processamento do doce de yacon

O processamento do doce de yacon foi obtido a partir das raízes *in natura*, adquiridas no comércio local de Viçosa-MG. As raízes foram lavadas em água corrente, descascadas manualmente, picadas em cubos de 0,5 cm de espessura e imersas em solução aquosa contendo 0,1% de bissulfito de sódio por 15 minutos. Posteriormente, as raízes em cubos foram adicionadas de 4,5% (p/p) de edulcorante em pó, ciclamato de sódio e sacarina sódica, e submetidas à cocção até atingir 33 °Brix, obtendo um completo cozimento dos pedaços de yacon. O doce de yacon (DY) foi acondicionado em vasilhame inox e armazenado sob temperatura de refrigeração (4 °C) até a elaboração do iogurte.

Processamento do iogurte com CPS e doce de yacon

O preparo do iogurte foi conduzido segundo o delineamento inteiramente casualizado (DIC). Três concentrações de doce de yacon (8%, 15% e 25%) foram adicionadas aos iogurtes formulados a partir de leite parcialmente desnatado, CPS, edulcorantes ciclamato

de sódio e sacarina sódica e essência de salada de fruta (Tabela 1). Além dessas três formulações de iogurte, foi desenvolvida uma mistura-base diferenciada apenas pela ausência do doce de yacon (controle). A utilização de 1,5% de CPS nos iogurtes foi definida com base nos estudos conduzidos por Ribeiro¹³ e Bastiani⁴.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes nas formulações de iogurtes diet adicionados de doce de yacon e de concentrado proteico do soro de leite (CPS)

Concentração dos ingredientes	Iogurtes			
	Controle	8 % DY*	15 % DY*	25 % DY*
Leite parcialmente desnatado	100	100	100	100
Doce de yacon	–	8,0	15,0	25,0
CPS	1,5	1,5	1,5	1,5
Edulcorante	1,1	1,1	1,1	1,1
Essência de salada de frutas	1,0	1,0	1,0	1,0

* DY – Doce de yacon.

As quatro formulações de iogurte foram processadas em escala piloto, utilizando iogurteira de aço inoxidável com capacidade para 20 L (Biasinox). No processamento do iogurte, o CPS foi previamente homogeneizado em 1 L de leite parcialmente desnatado utilizando um agitador mecânico (Omni Macro ES Digital Programmable Homogenizer) a 4.000 rpm por 10 minutos. Posteriormente, a mistura homogeneizada foi adicionada ao restante do leite e submetida a tratamento térmico a 83 °C por 30 minutos. Após aquecimento, a mistura foi resfriada até 42 °C e acrescida de 0,3% de fermento láctico contendo culturas de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* para iniciar o processo de fermentação. Esse processo ocorreu por aproximadamente 6 horas, até a mistura atingir acidez titulável de 0,70% a 0,75% de ácido láctico. Em seguida, procedeu-se ao resfriamento até a temperatura de 37 °C, para, então, realizar a quebra da massa, a adição dos edulcorantes e da essência de salada de fruta, até a completa homogeneização do iogurte. Ao final, adicionou-se o doce de yacon nas concentrações de 8%, 15% e 25% nos iogurtes, homogeneizando manualmente. Os produtos obtidos foram envasados em garrafas de polietileno com capacidade de 860 mL e armazenados a 4 °C.

Determinação da composição química centesimal e valor calórico dos iogurtes com CPS e doce de yacon

As amostras de iogurte foram liofilizadas em equipamento semi-industrial (modelo Super Modulyo,

marca Edwards), para posterior avaliação química. A umidade foi determinada calculando-se a diferença do peso antes e após a liofilização das amostras de iogurtes. Os teores de lipídios, proteínas e cinzas foram determinados seguindo as metodologias propostas pela AOAC¹⁴.

Os teores de FOS e de fibra alimentar total (somatório de fibras insolúveis, solúveis, FOS e inulina) foram determinados a partir dos resultados obtidos por Vasconcelos et al.¹⁵, que estudaram a composição centesimal de yacon adquirido na mesma origem do yacon utilizado neste trabalho.

FOS e inulina são consideradas fibras solúveis, mas, no yacon, esses carboidratos apresentam grau de polimerização (GP) entre 3 e 10 monômeros¹⁶, o que dificulta sua quantificação por métodos enzimático-gravimétricos, que são capazes de determinar apenas a fração solúvel da fibra com GP maior ou igual a 12¹⁷. Assim, para determinação de fibra alimentar total em alimentos contendo frutanos, deve-se somar a quantidade de fibras solúveis e insolúveis determinada pelo método enzimático-gravimétrico com outro método que detecta separadamente os monômeros de GP menor que 12¹⁵.

O conteúdo de fibra alimentar total e, conseqüentemente, FOS não foi utilizado no somatório da composição centesimal, visto que estes constituintes são considerados carboidratos.

O total de carboidratos de cada iogurte foi obtido pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de umidade, proteínas, lipídios e cinzas. O valor calórico dos iogurtes desenvolvidos foi calculado utilizando-se os coeficientes de Atwater, que considera 4 kcal/g para proteínas e carboidratos e 9 kcal/g para lipídios¹⁸.

Aceitabilidade sensorial dos iogurtes com CPS e doce de yacon

A análise sensorial foi realizada por meio do teste de aceitação utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de “desgostei muitíssimo” (nota 1) a “gostei muitíssimo” (nota 9)¹⁹ em um supermercado de Viçosa-MG. A aceitação global foi avaliada por 82 consumidores, na faixa etária de 15 a 60 anos, sendo 67% do sexo feminino. Amostras dos quatro iogurtes foram servidas monadicamente, em ordem aleatória, em copos descartáveis de 50 mL identificados com códigos de três dígitos, juntamente com a ficha de avaliação e um copo de água filtrada para cada consumidor.

Os resultados do teste de aceitação foram avaliados por análise estatística univariada (Análise de Variância –

Anova e regressão a 5% de probabilidade) utilizando modelo de delineamento em blocos casualizados (DBC), com 4 formulações de iogurte e 82 consumidores. Os resultados também foram avaliados por meio da técnica multivariada mapa de preferência interno (MPI), na qual os dados do teste de aceitação foram organizados numa matriz, com as amostras nas linhas e os consumidores nas colunas, e então submetidos a análise de componentes principais (ACP). Os resultados foram expressos em um gráfico de dispersão das amostras em relação aos dois primeiros componentes principais e representando os *loadings* (cargas) da ACP (correlações dos dados de cada consumidor com os dois primeiros componentes principais)²⁰. Os resultados do teste de aceitação foram analisados utilizando o programa estatístico SAS²¹ (Statistical Analysis System) versão 9.1, licenciado para a Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição química centesimal e valor calórico dos iogurtes com CPS e doce de yacon

Os resultados das análises de composição química centesimal dos iogurtes estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios, desvio-padrão da composição centesimal e valor calórico dos iogurtes com CPS e doce de yacon

Componentes (%)	Iogurtes			
	Controle	8 % DY*	15 % DY*	25 % DY*
Umidade	87,8	87,8	87,7	87,6
Proteína	4,0 ± 0,06	3,1 ± 0,04	2,9 ± 0,04	2,9 ± 0,04
Cinzas	0,9 ± 0,010	0,9 ± 0,001	0,9 ± 0,005	0,8 ± 0,010
Lipídios	1,4 ± 0,12	1,2 ± 0,07	1,2 ± 0,06	1,0 ± 0,10
Carboidratos	5,9	7,0	7,2	7,7
Fibra alimentar total**	0,0	0,2	0,4	0,7
FOS**	0,0	0,1	0,2	0,3
Valor calórico***	52,0	51,4	51,4	51,3

*Doce de yacon.

**Calculado conforme concentração na polpa de yacon¹⁵.

*** Valor calórico (kcal/100 g), calculado a partir dos resultados de proteína, lipídios e carboidratos.

Desvio-padrão foi obtido a partir da média de duas repetições de cada iogurte.

Os iogurtes elaborados apresentaram elevado teor de umidade (superior a 87,6%), valor muito próximo ao encontrado em iogurte natural desnatado (89,2%), conforme apresentado pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (Taco)²².

Apesar da adição de raiz de yacon ter reduzido, em média, 26% o teor de proteína, todos os iogurtes

elaborados apresentaram teores deste nutriente igual ou superior a 2,9 g.100 g⁻¹, atendendo ao estabelecido pela legislação brasileira em vigor²³.

O teor de cinzas presente nos iogurtes foi semelhante à quantidade apresentada na Taco²² para iogurte natural, exceto para o iogurte com 25% de doce de yacon. Esse fato pode ser decorrente da baixa quantidade de cinzas presentes nas raízes de yacon, visto que sua matéria seca é composta basicamente de carboidratos^{15,24}. Assim, a adição de maior quantidade de doce de yacon permitiu substituir parte do teor de cinzas presentes no iogurte por carboidratos existentes em elevada quantidade no mesmo; comportamento semelhante foi observado em relação aos teores de proteínas e lipídios.

Observou-se redução média de 19% no teor de lipídios nos iogurtes com yacon, porém as formulações apresentaram teores entre a faixa de 0,6 a 2,9 g.100 g⁻¹, que os classificam como parcialmente desnatado, de acordo com a Resolução n. 5, de 13 de novembro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento²³.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)²⁵, são considerados alimentos com alegação de propriedades funcionais ou de saúde aqueles capazes de fornecer 1,5 g de FOS ou de fibra alimentar total por porção do produto líquido. Sendo a porção de iogurte equivalente a 200 mL, apenas o iogurte com 25% de doce de yacon alcançou quantidade muito próxima ao recomendado pela legislação quanto ao teor de fibra alimentar total (1,4 g.200 mL⁻¹). Nos demais iogurtes, apesar de não poderem ser considerados fonte de FOS ou de fibras, a presença desses constituintes nos produtos desenvolvidos pode auxiliar na promoção da saúde.

A obtenção do doce de yacon, por meio do processo de cocção da raiz, permite o aumento da concentração dos componentes funcionais, FOS e inulina, visto que esses constituintes das fibras alimentares são estáveis a temperaturas superiores a 140 °C²⁶, e, além disso, o processo de cocção também permite a inativação de enzimas responsáveis pela degradação enzimática de FOS em glicose e frutose²⁴. Essas vantagens em relação ao processamento do doce de yacon indicam a possibilidade de uso do mesmo como ingrediente em uma ampla variedade de produtos, agregando diversos benefícios à saúde do consumidor.

A adição de doce de yacon nas formulações aumentou, em média, 24% o teor de carboidratos dos iogurtes (Tabela 2). Destaca-se que, diferentemente da maioria dos tubérculos que armazenam carboidratos

na forma de amido, o yacon armazena, principalmente, fruto-oligossacarídeos (FOS), açúcares que não podem ser digeridos pelas enzimas do trato digestório e são considerados compostos bioativos na alimentação humana²⁷.

Diante da variação dos componentes nutricionais dos iogurtes, foram ajustados modelos de regressão ao nível de 5% de probabilidade para prever o comportamento de proteínas, lipídios, fibra alimentar total e FOS em função da quantidade de doce de yacon utilizada no presente estudo (Tabela 3).

Tabela 3. Modelos de equação de regressão da variação do teor de proteínas, lipídios, fibra alimentar total e FOS em função da concentração de doce de yacon (X) e seus respectivos coeficientes de determinação (R²) e níveis de probabilidade (p)

Componente	Modelo de regressão	R ²	Prob > F
Proteínas	4,01 - 0,35X	0,68	0,0024
Lipídios	2,09 - 0,02X	0,94	0,0005
Fibra alimentar total	0,0293X	0,99	0,0062
FOS	0,0112X	0,99	<0,0001

X = doce de yacon.

Como aumento do teor de doce de yacon, observou-se redução linear da quantidade tanto de proteínas quanto de lipídios. Como as raízes de yacon possuem quantidades bastante reduzidas desses componentes, já era esperado que a adição do doce de yacon contribuísse para a redução da quantidade dos mesmos, e assim, quanto maior a adição do doce, maior também será a redução de proteínas e lipídios no iogurte. A quantidade de proteínas sofreu redução considerável do iogurte de controle para os iogurtes com doce de yacon. A adição de CPS permitiu que a quantidade presente no iogurte não ficasse aquém da recomendada pela legislação brasileira.

Em relação à quantidade de fibra alimentar total e FOS, observou-se o contrário, ou seja, com o aumento do doce de yacon no iogurte, tem-se o aumento linear com efeito positivo desses componentes, sugerindo que quantidades de doce de yacon maiores do que as estudadas neste trabalho podem tornar o iogurte um produto fonte de fibra alimentar total e/ou de FOS.

A adição de doce de yacon ao iogurte não apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para teor de carboidratos, mas percebe-se que houve uma tendência em aumentar esse constituinte com o aumento da concentração do doce. Esse resultado sugere que, ao nível de probabilidade analisado, o aumento não mostrou-se relevante.

O acréscimo de diferentes concentrações de yacon nos iogurtes não alterou de forma considerável o valor calórico das formulações, que variou de 51,3 kcal a 51,4 kcal (Tabela 2), em comparação ao iogurte de controle (52,0 kcal), demonstrando pequena contribuição dos componentes calóricos do doce de yacon ao iogurte quando utilizados como ingredientes. No entanto, em comparação com alguns iogurtes saborizados, apresentados na Taco²², que variaram de 68 e 70 kcal.100 g⁻¹, houve redução do valor calórico dos iogurtes com doce de yacon, evidenciando mais uma vantagem da adição desse ingrediente ao produto.

Aceitabilidade dos iogurtes com CPS e doce de yacon

Todos os iogurtes avaliados apresentaram aceitação média alocadas entre os termos hedônicos “gostei extremamente” e “gostei ligeiramente”, sendo as notas referentes a esses termos dadas por 85,4%, 92,7%, 95,1% e 96,3% dos consumidores para os iogurtes de controle, com 8%, 15% e 25% de doce de yacon, respectivamente.

Considerando que neste estudo a aceitação foi significativamente (p < 0,05) diferente para as formulações de iogurte estudadas, foi gerado um modelo de regressão para prever a tendência da aceitação dos iogurtes em relação à quantidade de doce de yacon adicionada. Tal equação está descrita na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados médios (n = 82), desvio-padrão e modelo de regressão da avaliação da aceitação sensorial dos iogurtes com e sem doce de yacon em função da quantidade de doce de yacon (X) e seus respectivos coeficiente de determinação (R²) e nível de probabilidade (p)

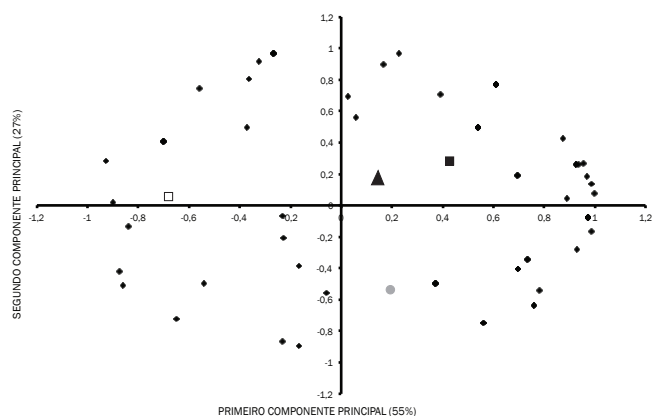
Iogurte	Média ± desvio-padrão	Modelo de regressão	R ²	Prob > F
Controle	7,0 ± 1,5			
8 % DY*	7,4 ± 1,3	7,08 + 0,02X	0,8817	0,0016
15 % DY*	7,5 ± 1,1			
25 % DY*	7,6 ± 1,2			

*DY = doce de yacon.

O modelo apresentou falta de ajuste não significativo, coeficiente de regressão significativo e alto coeficiente de determinação (R²), indicando que ele pode ser usado para prever o comportamento da aceitação dos iogurtes dentro do intervalo de variação estudado.

A partir do modelo gerado, observa-se o ajustamento de uma equação com efeito linear positivo, demonstrando que, quanto maior a concentração de doce de yacon nas formulações de iogurte, maior é sua aceitação.

Outra forma de visualizar os resultados do teste de aceitação foi por meio da construção do mapa de preferência interno (MPI), em que o primeiro componente principal explicou 55%, e o segundo, 27%, totalizando 82% da variância entre as amostras, sendo suficientes para discriminar as amostras quanto a aceitação (Figura 1).



□ controle; ● 8% doce de yacon; ▲ 15 % de doce de yacon; ■ 25 % de doce de yacon.

Figura 1. Mapa de Preferência Interno para as quatro formulações de iogurte com doce de yacon e concentrado proteico do soro de leite em relação à aceitação pelos consumidores

A separação espacial das formulações de iogurtes confirma a análise de variância, que demonstrou que existe diferença entre elas quanto a aceitação, havendo a formação de três grupos distintos, sendo um formado pelos iogurtes com 15% e 25% de doce de yacon, e os outros dois, pelo iogurte com 8% de doce de yacon e o iogurte de controle (Figura 1).

Cada ponto no gráfico representa a correlação entre os dados de aceitação de um consumidor e os dois primeiros componentes principais. A correlação dos consumidores com pelo menos um dos componentes indica diferença na aceitação dos iogurtes.

No MPI, os consumidores estão localizados próximos às amostras de que eles mais gostaram. Desta forma, as amostras com 15% e 25% de doce de yacon foram as mais aceitas pelos consumidores, pois correlacionaram positivamente com o primeiro ou com o segundo componente principal. Corroborando a equação de regressão, quanto maior a adição de doce de yacon, maior foi a aceitação do produto.

Esses resultados são bastante interessantes, pois sugerem que a adição do doce de yacon e do concentrado proteico de soro de leite ao iogurte conferiu ao produto características sensoriais agradáveis ao consumidor.

Qualidades sensoriais agregadas à funcionalidade do produto podem ter efeito bastante promissor no mercado, pois atendem à demanda do consumidor atual por produtos desse tipo.

CONCLUSÃO

O concentrado proteico do soro de leite e o doce de yacon propiciaram o desenvolvimento de iogurtes com baixo valor energético, reduzido teor de carboidratos e contendo fibras alimentares, em especial, FOS, além de características sensoriais agradáveis ao consumidor.

A concentração de doce de yacon apresentou-se diretamente relacionada com a aceitação dos iogurtes, visto que, quanto maior a adição, maior foi a aceitação dos mesmos pelos consumidores.

Os iogurtes desenvolvidos não apresentaram adequação da quantidade de fibras ou FOS para serem considerados alimentos com alegação funcional. No entanto, devido a sua aceitação, sugere-se, em estudos futuros, a adição de maior quantidade do doce de yacon, ou mesmo desse produto de forma mais concentrada para que se alcance a quantidade recomendada desses componentes funcionais.

Assim, conclui-se com esse estudo que a adição de CPS e doce de yacon constituem boa alternativa de ingredientes funcionais que podem ser adicionados ao iogurte.

REFERÊNCIAS

1. Pinto ALD, Paiva CL. Desenvolvimento de uma massa funcional pronta para tortas utilizando o método de desdobramento da função qualidade (QFD). *Ciênc Tecnol Aliment*, Campinas. 2010;30(1):36-43.
2. Ferreira CLLE, Malta HL, Dias AS, Guimarães A, Jacob FE, Cunha RM, et al. Verificação da qualidade físico-química e microbiológica de alguns iogurtes vendidos na região de Viçosa. *Rev Inst Latic Cândido Tostes*, Juiz de Fora. 2001;56 (321):152-8.
3. Krolow ACR. Iogurte integral sabor café. Comunicado técnico. Pelotas, RS, 2008. [Acesso 9 fev 2011]. Disponível em: [http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/comunicados/comunicado_193.pdf].
4. Bastiani MID. Iogurte adicionado de concentrado proteico de soro de leite e farinha de linhaça: desenvolvimento, qualidade nutricional e sensorial. [tese de doutorado]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2009.
5. Antunes AEC. Influência do concentrado proteico do soro de leite e de culturas probióticas nas propriedades de iogurtes naturais desnatados. [tese de doutorado]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2004.
6. Milo-Ohr L. Nutraceuticals & functional foods. *Food Technol*. 2002;56(10):67-70.

7. Sodini I, Montell, J, Tong PS. Physical and rheological properties of yogurt fortified with various whey protein concentrates. *J Sci Food Agric*. 2005;85:853-9.
8. Bertolami MC. Evaluation of effects to new fermented milk products on primary hypercholesterolemia. *Eur J Clin Nutr*. 1999;53:97-110.
9. Buttriss J. Nutritional properties of fermented milk products. *Int J Dairy Tech*. 1997;50(1):21-7.
10. Seminario J, Valderrama M, Manrique I. El yacon: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima: Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación; 2003.
11. Lattimer JM, Haub MD. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*. 2010;2:1266-89.
12. Quinteros ETT. Produção com tratamento enzimático e avaliação do suco de yacon. [dissertação de mestrado]. Campinas (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2000.
13. Ribeiro MM. Desenvolvimento e caracterização sensorial de iogurte *diet* sabor morango adicionado de concentrado proteico de soro. [dissertação de mestrado]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2008.
14. AOAC – Association of Official Analytical Chemist's. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16. ed. Arlington; 1997.
15. Vasconcelos CM, Silva CO, Teixeira LJQ, Chaves JBP, Martino HSD. Determinação da fração da fibra alimentar solúvel em raiz e farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) pelo método enzimático-gravimétrico e cromatografia líquida de alta eficiência. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2010;69(2):188-93.
16. Ohyama T, Ito O, Yasuyoshi S, Iharashi T, Minamizawa K, Kubota M, et al. Composition of storage carbohydrate in tubers of yacon (*Polymnia sonchifolia*). *Soil Sci Plant Nutr*. 1990;36(1):167-71.
17. Filisetti TMC. Fibra alimentar: definições, componentes e métodos analíticos. In: Silva SMCS, Mura JDP. Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia. São Paulo: Roca; 2007. p. 179-98.
18. Torres EAFS, Campos NC, Duarte M, Garbelotti ML, Philippi ST, Rodrigues RSM. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2000;20(2):145-50.
19. Stone H, Sidel JL. Descriptive analysis. In: Stone H, Sidel JL. Sensory evaluation practices. 3. ed. Elsevier Academic Press; 1985.
20. Reis RC, Regazzi AJ, Carneiro JCS, Minim VPRS. Mapa de preferência. In: Minim VPR. Análise sensorial: estudo com consumidores. Viçosa: UFV; 2006.
21. Statistical Analysis System – SAS. User's procedures guide. Version 9.1. Cary: SAS Institute; 1989.
22. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. Campinas: Nepa-Unicamp. Versão 2, 2006. [Acesso 10 fev 2011]. Disponível em: [<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>].
23. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução n. 5, de 13 de novembro de 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. [Acesso 20 mar 2011] Disponível em: [http://www.ngetecno.com.br/legislacao/leite_pig_leite_fermentado.htm].
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. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e/ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos. Atualizado em 11 de janeiro de 2005. IX – Lista das alegações aprovadas. [Acesso 23 mar 2011] Disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm].
26. Moura CP. Aplicação de redes neuronais para a predição e otimização do processo de secagem de yacon (*Polymnia sonchifolia*) com pré-tratamento osmótico. [dissertação de mestrado]. Curitiba (PR): Universidade Federal do Paraná; 2004.
27. Castillo-Alafaro ME, Vidal-Melgarejo SA. El yacón: una nueva alternativa en la prevención y el tratamiento de la salud. 2005. [Acesso 2 fev 2011]. Disponível em: http://infoagro.net/es/apps/news/record_view.cfm?vsys=a5&id=8641.