

# INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE INULINA E MUCILAGEM DE CHIA NAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS E SENSORIAIS DE IOGURTES COM REDUZIDO TEOR DE GORDURA

J. C. SPADA<sup>1</sup>, T. M. CRIZEL<sup>2</sup>, A. C. M. GONÇALVES<sup>2</sup>, K. M. BORGES<sup>2</sup>, D. C. LARANJA<sup>2</sup>, N. S. M. CARDOZO<sup>1</sup>, S. H. FLÔRES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Departamento de Engenharia Química.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

E-mail para contato: jcorralospada@yahoo.com.br

**RESUMO** - O consumo de iogurtes vem crescendo nos últimos anos, principalmente produtos com reduzido teor de gordura. No entanto, isso é um desafio para a indústria de alimentos, já que a redução da gordura em iogurtes pode causar alguns defeitos como a falta de sabor, perda de viscosidade e alterações na coloração. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da adição de inulina e mucilagem extraída da chia para melhorar a consistência e o valor nutricional de iogurtes com reduzido teor de gordura. Foram elaboradas cinco formulações de iogurtes, uma padrão (desnatado), duas com inulina (1,5 % (m/m) e 3,0 % (m/m)) e outras duas com mucilagem de chia (5,0 % (m/m) e 10,0 % (m/m)). Os iogurtes foram avaliados quanto às suas propriedades reológicas e sensoriais. Quanto à reologia, todas as formulações apresentaram comportamento pseudoplástico não tixotrópico, no entanto tanto a chia como a inulina não promoveram aumento de viscosidade nas amostras. Os resultados da análise sensorial indicaram que a adição de 1,5 % e 3,0 % de inulina e 5% de mucilagem de chia não alteraram os atributos sensoriais avaliados como aparência, cor, aroma, sabor e aceitação global. Logo, essas fibras poderiam ser utilizadas para agregar valor funcional aos iogurtes sem prejudicar sua qualidade sensorial, porém elas não foram capazes de amenizar a perda de viscosidade ocasionada pela ausência de gordura.

## 1. INTRODUÇÃO

Os produtos lácteos se destacam, pois são uma das mais importantes fontes de cálcio e uma fonte significativa de proteínas e outros nutrientes. Por outro lado, esses produtos também podem contribuir com uma quantidade considerável de gordura saturada (Castro *et al.*, 2002).

Nos últimos anos, a preocupação com a saúde tem levado muitas pessoas a reduzir o consumo de gorduras e de calorias, aumentando a demanda por alimentos mais saudáveis, entre eles, produtos com baixo teor de gordura. Diante disso, a indústria de alimentos está buscando desenvolver novas formulações com teor de gordura reduzido (Mendonza *et al.*, 2001). A gordura é um ingrediente multifuncional responsável pelo sabor, cor e textura dos produtos lácteos, logo a sua redução pode trazer alguns defeitos como a falta de sabor, perda de viscosidade e textura inadequada (Haque e Li, 2003). Para evitar esses efeitos negativos da redução de gordura em produtos lácteos, são utilizados os substitutos de gordura como gomas, amidos, fibras e mucilagens (Modzelewska-Kapitula e Klebukowska, 2009).

De acordo com Muñoz *et al.* (2012), a mucilagem da chia é um novo ingrediente com potencial aplicabilidade em alimentos, porém ela tem sido pouco estudada. As sementes de chia (*Salvia hispanica* L) têm sido cultivadas no México há milhares de anos e possuem um elevado valor nutricional com alto conteúdo de ácido linolênico, fibras dietéticas, e proteínas (Peiretti e Gai, 2009). Além disso, essas sementes são promissoras como fonte de antioxidantes, devido à presença de polifenóis (Reyes-Caudillo *et al.*, 2008). A fibra dietética solúvel da chia é parcialmente expulsa da semente quando entra em contato com a água, resultando num gel mucilaginoso claro, que fica ligado às camadas exteriores da semente (Trowell *et al.*, 1976). A mucilagem de chia pode ser aplicada em diversos produtos como estabilizador de espuma, agente de suspensão, emulsionante e agente de ligação, devido à sua capacidade de absorção e retenção de água (Vázquez-Ovando *et al.*, 2009).

A inulina é um carboidrato não digerível, prebiótico, contém naturalmente fruto-oligossacarídeos, possui algumas características de fibras dietéticas e tem propriedades funcionais, tais como a capacidade de substituição de gordura ou açúcar, sem alterar o sabor (Nagar *et al.* 2002). Assim, a aplicação de inulina como um substituto de gordura em iogurte pode fornecer produtos de baixo teor de gordura com propriedades funcionais. De acordo com Jakubczyk e Kosikowska (2000), 1 g de inulina tem o potencial de substituir 4 g de gordura em produtos alimentícios (Jakubczyk e Kosikowska 2000).

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da adição de inulina e mucilagem extraída da chia em iogurtes, a fim de melhorar a consistência e o valor nutricional de produtos com reduzido teor de gordura.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Processo de Obtenção da Mucilagem**

As sementes de chia (*Salvia hispanica* L.) foram adquiridas em mercado local (Cacalia Comercial LTDA, Estância Velha, RS, Brasil). Elas foram imersas em água destilada em uma proporção de semente:água de 1:30, e deixadas sob agitação em agitador magnético por 2 h em temperatura ambiente. A mucilagem formada foi então separada da semente através de filtração, com auxílio de uma bomba de vácuo e de uma peneira simples, e posteriormente centrifugada durante 15 min a 3000 x g. O sobrenadante (mucilagem) foi então armazenado sob congelamento a -18 °C, até utilização.

### **2.2. Preparo dos Iogurtes**

Foram desenvolvidas 5 formulações de iogurte (Tabela 1), sendo uma padrão (1), duas com inulina, 1,5 % (m/m) e 3,0 % (m/m) (2 e 3, respectivamente) e duas formulações com mucilagem extraída da chia nas concentrações de 5,0 % (m/m) e 10,0 % (m/m) (4 e 5, respectivamente). Para o preparo dos iogurtes, primeiramente, o leite em pó foi dissolvido em água filtrada e homogeneizado por 5 min, após foi incorporado o açúcar e a inulina (Biofis) ou mucilagem de chia, de acordo com a formulação e essa mistura foi homogeneizada por mais 5 min. Em seguida, a amostra foi pasteurizada por 15 min a 85 °C, resfriada em banho de gelo, inoculada com o fermento (Marca Vivolac Cultures Corporation Indianapolis – USA),

homogeneizada e colocada em câmara com temperatura controlada (42 °C) durante aproximadamente 4 h (até que a mistura atingisse pH 4,5), para fermentação. Posteriormente, as amostras foram resfriadas, homogeneizadas e adicionadas de um preparado de morango (Germinal - Ashland). Os iogurtes foram armazenados sob-refrigeração (4 °C) até o momento da análise.

Tabela 1 - Formulações do iogurte controle, com adição de inulina e mucilagem extraída da chia.

Ingredientes	Amostras				
	1 Controle	2 -1,5 % Inulina	3 - 3,0% Inulina	4 - 5 % Mucilagem	5 - 10 % Mucilagem
Leite em pó desnatado	60 g	60g	60g	60g	60g
Água	1000 mL	1000 mL	1000 mL	1000 mL	1000 mL
Açúcar	80 g	80 g	80 g	80 g	80 g
Inulina	-	15 g	30 g	-	-
Mucilagem de chia	-	-	-	50 g	100 g
Fermento	1,4 mL	1,4 mL	1,4 mL	1,4 mL	1,4 mL
Preparado de morango	1,125 g	1,125 g	1,125 g	1,125 g	1,125 g

### 2.3. Análise Reológica

As análises reológicas foram realizadas em regime estacionário em um reômetro rotacional (ARES, Rheometric Scientific), utilizando a geometria de cilindros concêntricos (couette) de diâmetro externo de 27 mm, diâmetro interno de 25 mm e comprimento de 32 mm. Para cada corrida experimental, foram feitas curvas de fluxo ascendentes (0 a 120 s<sup>-1</sup>) e descendentes (120 s<sup>-1</sup> a 0). A tixotropia das amostras foi avaliada pela diferença de área entre as curvas ascendente e descendente na curva de escoamento (tensão de cisalhamento versus taxa de deformação). Foram feitas três repetições de cada teste.

Os dados reológicos obtidos nas curvas descendentes foram ajustados ao modelo reológico de Oswald-De-Waele, conforme Equação 1, utilizando o software Statistica versão 10.0 (Statsoft Inc., Estados Unidos):

$$\tau = K(\dot{\gamma})^n \quad (1)$$

$\tau$ , tensão de cisalhamento (Pa);  $\dot{\gamma}$ , taxa de cisalhamento (s<sup>-1</sup>);  $K$ , índice de consistência (Pa.s); e  $n$ , índice de fluxo (adimensional).

## 2.4. Análise Sensorial

As amostras de iogurte foram avaliadas sensorialmente, pelo teste de aceitação de atributos (Meilgaard, 2007). Cada análise foi realizada por uma equipe composta por cinquenta provadores não treinados, do sexo masculino e feminino.

Neste teste foi avaliada a aceitação de atributos como aparência, cor, aroma, viscosidade, sabor, e a aceitação global, utilizando-se a escala hedônica estruturada de nove pontos, onde 1 equivale a “desgostei muitíssimo” e 9 a “gostei muitíssimo” (Dutcosky, 1996).

## 2.5. Análise Estatística

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias (Tukey) a nível de 95 % de significância ( $p \leq 0,05$ ), através do software Statistica versão 10.0 (Statsoft Inc., Estados Unidos):

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros do modelo reológico utilizado para o ajuste dos dados experimentais a partir das curvas de fluxo que relacionam a taxa e a tensão de cisalhamento; pode-se perceber que os dados experimentais se ajustaram bem ao modelo de Oswald-De-Waelle, visto que os valores dos coeficientes de determinação foram superiores a 0,98. Koksoy e Kilic (2004) e Penna *et al.* (2001) afirmaram que o modelo de Ostwald-De-Waelle é o mais satisfatório para bebidas lácteas. Teles e Flôres (2007) também utilizaram esse modelo para ajustar dados reológicos de diferentes formulações de iogurtes desnatados.

Conforme a Tabela 2, as amostras diferiram quanto ao índice de consistência e índice de fluxo. O índice de consistência da amostra controle foi estatisticamente igual ao das amostras com inulina, já as amostras com chia apresentaram menores índices de consistência. O índice de fluxo do modelo de Ostwald-De-Waelle apresentou valores entre 0 e 1 para todas as amostras, definindo o comportamento dos iogurtes como pseudolásticos. A maior ou menor pseudoplasticidade pode ser identificada de acordo com o valor do índice de fluxo ( $n$ ): quanto mais próximo de zero, maior pseudoplasticidade apresenta o produto. Quanto a esse parâmetro, a amostra contendo 3 % (m/m) de inulina e a amostra com 10 % (m/m) de chia foram estatisticamente iguais à amostra controle. As amostras com inulina, assim como a amostra com menor quantidade de chia apresentaram menor caráter pseudoplástico, visto que o valor do índice de fluxo para esses iogurtes foram significativamente maiores dentre as amostras estudadas. Na indústria, este comportamento reflete no aumento da velocidade de fluxo quando o produto é submetido a um estreitamento de tubos, assim como a possibilidade de intensa homogeneização em processos de mistura

Utilizando os parâmetros reológicos é possível calcular a viscosidade aparente das amostras em diferentes taxas de cisalhamento que estão ligados a diferentes processos na indústria de alimentos. Neste estudo, apesar do iogurte com 10 % (m/m) de chia ter a maior concentração de espessante, ele apresentou menor viscosidade. Este fato pode ser explicado pela falta de homogeneização da chia que pode ter afetado a mistura dos outros componentes com a água.

Para todas as amostras, os valores das áreas ascendentes foram estatisticamente iguais aos valores das áreas descendentes, logo os iogurtes não foram consideradas tixotrópicos. Cabe ressaltar, que as amostras foram analisadas nos primeiros dias após o seu preparo, logo isso não significa que elas não possam vir a apresentar tixotropia durante a sua estocagem.

As curvas de fluxo dos iogurtes são apresentadas na Figura 1.

Tabela 2 - Parâmetros reológicos obtidos a 25 °C para as amostras de iogurtes

Amostras	Parâmetros reológicos				
	$K$	$n$	$R^2$	Aa	Ad
1	$1,319 \pm 0,191^a$	$0,360 \pm 0,025^b$	0,988	$614 \pm 07$	$648 \pm 27$
2	$0,964 \pm 0,007^a$	$0,424 \pm 0,014^a$	0,986	$645 \pm 16$	$619 \pm 29$
3	$1,215 \pm 0,095^a$	$0,382 \pm 0,008^{ab}$	0,984	$666 \pm 35$	$655 \pm 29$
4	$0,716 \pm 0,041^b$	$0,411 \pm 0,013^a$	0,995	$448 \pm 14$	$438 \pm 07$
5	$0,801 \pm 0,007^b$	$0,339 \pm 0,011^b$	0,989	$390 \pm 02$	$365 \pm 14$

Média  $\pm$  desvio padrão (triplicata). Valores com diferentes letras na mesma coluna são significativamente diferente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). (1) Iogurte padrão, (2) 1,5 % (m/m) de inulina, (3) 3,0 % (m/m) de inulina, (4) 5,0 % (m/m) de mucilagem extraída da chia, (5) 10,0 % (m/m) de mucilagem extraída da chia.

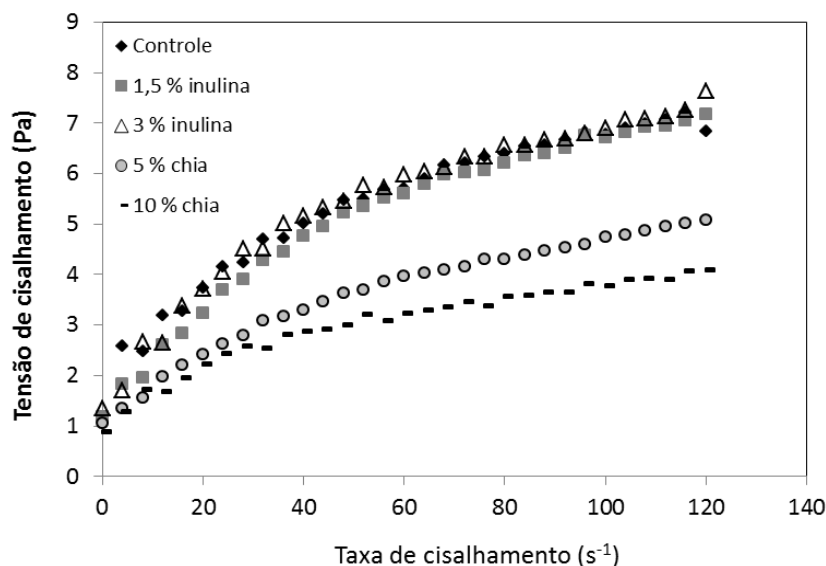


Figura 1 - Curvas de fluxo das amostras de iogurtes medidas a 25 °C.

Os escores médios dos atributos sensoriais analisados nos testes afetivos estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Aceitação sensorial dos atributos dos iogurtes controle, com inulina e com mucilagem de chia

Iogurte	Aparência	Cor	Aroma	Viscosidade	Sabor	Aceitação global
1	6,1 ± 1,5 <sup>a</sup>	7,3 ± 1,4 <sup>a</sup>	6,9 ± 1,3 <sup>a</sup>	6,1 ± 1,3 <sup>a</sup>	6,5 ± 1,3 <sup>a</sup>	6,5 ± 1,8 <sup>a</sup>
2	6,2 ± 1,5 <sup>a</sup>	7,1 ± 1,5 <sup>ab</sup>	7,2 ± 1,3 <sup>a</sup>	5,8 ± 1,7 <sup>a</sup>	6,2 ± 1,7 <sup>a</sup>	6,3 ± 1,3 <sup>a</sup>
3	6,6 ± 1,3 <sup>a</sup>	7,2 ± 1,5 <sup>ab</sup>	6,9 ± 1,2 <sup>a</sup>	6,5 ± 1,3 <sup>a</sup>	6,7 ± 1,3 <sup>a</sup>	6,8 ± 1,1 <sup>a</sup>
4	6,4 ± 1,4 <sup>a</sup>	6,8 ± 1,3 <sup>ab</sup>	6,5 ± 1,3 <sup>a</sup>	5,7 ± 1,6 <sup>a</sup>	6,0 ± 1,7 <sup>ab</sup>	6,2 ± 1,3 <sup>a</sup>
5	4,9 ± 1,9 <sup>b</sup>	6,4 ± 1,8 <sup>b</sup>	6,9 ± 1,5 <sup>a</sup>	4,3 ± 1,5 <sup>b</sup>	5,2 ± 1,9 <sup>b</sup>	5,1 ± 1,6 <sup>b</sup>

Média ± desvio padrão (50 provadores). Valores com diferentes letras na mesma coluna são significativamente diferente pelo teste de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). (1) Iogurte padrão, (2) 1,5 % (m/m) de inulina, (3) 3,0 % (m/m) de inulina, (4) 5,0 % (m/m) de mucilagem extraída da chia, (5) 10,0 % (m/m) de mucilagem extraída da chia.

A partir dos resultados obtidos na análise sensorial, verificou-se que a adição de inulina e mucilagem extraída da chia não alterou significativamente ( $p > 0,05$ ) o aroma das amostras de iogurte. Para os atributos de aparência, cor, aroma viscosidade, sabor e aceitação global foi possível observar que não houve diferença significativa entre a amostra controle e as amostras adicionadas de inulina, em ambas concentrações (1,5 % e 3,0%), e para a amostra de iogurte adicionada de 5,0 % de mucilagem.

Em um estudo realizado por Modzelewska-Kapitula e Klebukowska (2009), foi investigado o uso de inulina (0,7 % e 2,7 %) como substituto de gordura em iogurtes e também se observou que não houve diferença significativa para o atributo de aroma entre a amostra controle e as amostras com inulina. Porém a adição de inulina alterou propriedades de cor, textura e sabor das amostras avaliadas. Staffolo *et al.* (2004) estudaram os efeitos de diferentes fibras sobre as características sensoriais e reológicas de iogurtes e verificaram que na análise sensorial não foi identificada diferença entre as amostras com fibra de trigo, bambu e inulina e a amostra controle. Somente as amostras adicionadas de fibra de maçã diferiram da amostra controle.

O iogurte que apresentou os menores índices de aceitação para todos os atributos sensoriais foi a amostra adicionada de 10,0 % de mucilagem de chia. Neste iogurte, a maioria dos julgadores relatou que a amostra não estava bem homogênea, com aspecto de leite talhado, o que indica que possivelmente seria necessário um maior tempo de mistura nessa formulação para que a mucilagem se dissolvesse no leite. Os iogurtes que obtiveram maiores percentuais de aceitação e sem diferença estatística entre eles, foram: os adicionados de 3,0 % de inulina com 75 % de aceitação, iogurte controle (72 %), iogurte com 1,5 % de inulina (70 %) e o iogurte com 5,0 % de mucilagem (70 %). Todas essas formulações atingiram um potencial mercadológico, já que obtiveram um percentual de aceitação igual ou superior a 70 %.

Cabe ressaltar que os testes sensoriais corroboraram com os testes reológicos, visto que a amostra com 10,0 % (m/m) de mucilagem de chia, que apresentou menor viscosidade, também apresentou menor escore médio quanto ao atributo sensorial correspondente à viscosidade.



## 4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos foi possível concluir que a adição de inulina e mucilagem extraída de chia é uma boa alternativa em substituição a gordura porque agregam valor funcional aos iogurtes sem prejudicar sua qualidade sensorial. Quanto à reologia, os iogurtes foram considerados fluidos pseudoplásticos não tixotrópicos, sendo que os valores do índice de consistência (*K*) das amostras contendo inulina foram estatisticamente iguais aos da amostra controle. Já as amostras contendo chia apresentaram menores valores de *K*. Quanto ao índice de fluxo, a amostra contendo 3% (m/m) de inulina e 10 % (m/m) de chia foram estatisticamente iguais à amostra controle.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, L.P.; PINHEIRO, M.V.S.; HOFFMANN, F.L.; PENNA, A.L.B. Influência de substitutos de gordura nas características do iogurte probiótico. *Rev. Inst. Lat. Cândido Tostes*, v. 57, p. 133-139, 2002.

CAPITANI, M.I.; SPOTORNO, V.; NOLASCO, S.M.; TOMAS, M.C. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*salvia hispanica* L.) seeds from argentina. *Food Sci. Technol.*, v.45, p.94-102, 2012.

DUTCOSKY, S.D. *Análise sensorial de alimentos*. Curitiba: Champagnat, 1996.

EL-NAGAR, G.; CLOWES, G.; TUDORICA, C. M.; KURI, V. Rheological quality and stability of yog-icecream with added inulin. *Int. J. Dairy Technol.*, v. 55, p. 89–93, 2002.

HAQUE, Z. U.; LI, T. Cheddar whey processing and source: II. Effect on non-fat ice cream and yoghurt. *Int. J. Food Sci. Technol.*, v.38, p. 463–473, 2003.

JAKUBCZYK, E.; KOSIKOWSKA, M. New generation of fermented dairy products with prebiotics and probiotics, synbiotic products. *Przegląd Mleczarski*, v. 12, p.397–400, 2000.

KOKSOY, A.; KILIC, M. Use of hydrocolloids in textural stabilization of a yoghurt drink, ayran. *Food Hydrocoll.*, v.18, p.593-600, 2004.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. *Sensory Evaluation Techniques*. Boca Raton: CRC Press, v. 4, 2007.

MENDOZA, E.; GARCÍA, M. L.; CASAS, C.; SELGAS, M. D.; Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Sci.*, v.57, p. 387-393, 2001.

MODZELEWSKA-KAPITULA, M.; KLEBUKOWSKA, L. Investigation of the potential for using inulin HPX as a fat replacer in yoghurt production. *Int. J. Dairy Technol.*, v. 62, p.209-214, 2009.

PEIRETTI, P.G.; GAI, F. Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and lant during growth. *Anim. Feed Sci. Technol.* v.148, p.267-275, 2009.

PENNA, A.L.B.; OLIVEIRA, M.N.; BARUFFADI, R. Análise de Consistência de Iogurte: Correlação entre Medida Sensorial e Instrumental. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v.17, p.98-101,1997.

REYES-CAUDILLO E.; TECANTE A.; VALDIVIA-LÓPEZ M.A. Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chem.*, v. 107, p. 656-663, 2008.

STAFFOLO, M. D.; BERTOLA, N.; MARTINO, M.; BEVILACQUA, A. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *Internat. Dairy J.*, v.14, p. 263–268, 2004.

TELES, C. D.; FLÔRES, HICKMANN, S. Influência da adição de espessantes e leite em pó nas caracterísiticas reológicas do iogurte desnatado. *Bol. Cent. Pesqui. Process. Aliment.*, v. 25, p. 247-256, 2007.

TROWELL, H.C., SOUTHGATE, D.A.T., WOLEVER, T.M.S., LEEDS, A.R., GASSULL, M.A., JENKINS, D.J.A. Letter: dietary fibre redefined. *The Lancet*, v. 1, n. 7966, p. 967, 1976.

VÁZQUEZ-OVANDO, A.; ROSADO-RUBIO, G.; CHEL-GUERRERO, L.; BETANCUR-ANCONA, D. Physicochemical properties of a fibrous fraction from chia (*Salvia hispanica* L.). *LWT - Food Sci. Technol.*, v. 42, p. 168–217, 2009.