

Elaboración de yogurt firme bajo en calorías con inulina y harina de guayaba (*Psidium guajava* L.) como saborizante

Elaboration of low-calorie firm yogurt with inulin and guava flour (*Psidium guajava* L.) as flavoring

A.O. Ramírez Matheus¹ y J.A. Ruiz Rivera¹

¹Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101. Aragua. Venezuela. Telefax: 0243-5507304.

Resumen

El yogur es un producto lácteo fermentado altamente consumido a nivel mundial; en los últimos años los yogures bajos en grasa y sin azúcar han ganado popularidad debido al incremento en el consumo de los productos bajos en calorías, no obstante la textura es un aspecto crítico a considerar por parte del consumidor, por lo que generalmente se usan estabilizantes para mejorar su consistencia, siendo la inulina una alternativa a utilizar. Con la harina de guayaba, rica en fibra dietética, se puede elaborar un saborizante con splenda[®], a adicionar en el yogurt, incrementando la ingesta de fibra por parte del consumidor. Por lo tanto el presente trabajo tuvo como finalidad la elaboración de yogurt firme, a partir de leche descremada, inulina (Raftiline[®] HP), vitacel[®] WF, cultivos lácticos de las cepas de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* en una relación 1:1, y saborizante elaborado con harina de guayaba y splenda[®]. Se estudiaron las características fisicoquímicas y microbiológicas del producto formulado, observándose que cumple con los estándares establecidos en las Normas Covenin; sensorialmente fue altamente aceptado por los panelistas en todos los atributos sensoriales evaluados; así mismo se estudió las propiedades fisicoquímicas y su estabilidad durante 30 días a temperaturas de refrigeración ($\pm 8^{\circ}\text{C}$); encontrándose una buena estabilidad en los diferentes tiempos y condiciones de almacenamiento. En conclusión es posible el uso de la inulina y el saborizante de harina de guayaba endulzado con splenda[®], en la elaboración de un yogurt que puede estar dirigido a personas bajo regímenes especiales de alimentación.

Palabras clave: Yogurt, inulina, guayaba, estabilidad.



Recibido el 15-2-2013 ● Aceptado el 5-2-2014

Autor de correspondencia e-mail: ramirezaucev@hotmail.com

Abstract

Yogurt is a fermented dairy product highly consumed worldwide, and in recent years low-fat yogurt and sugar-free have gained popularity due to the increased consumption of low-calorie products, however the texture is critical to be considered by the consumer, so that stabilizers are generally used to improve consistency, being inulin an alternative. Guava flour, which is rich in dietary fiber, and the sugar-free sweetener Splenda®, can be added to the yogurt increasing the fiber intake by consumers. The purpose of this research was to develop firm yogurt using skim milk, inulin (Raftiline® HP), vitacel® WF, lactic acid bacteria strains of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* in a 1:1 ratio, and flavoring, made with guava flour and splenda®. Physicochemical and microbiological characteristics of the finished product were studied, showing that it meets the standards set out by the Codex rules; sensorial was highly accepted by the panelists in all sensory attributes evaluated, likewise the physicochemical properties and its stability were studied for 30 days at refrigeration temperatures ($\pm 8^{\circ}\text{C}$); finding good stability at different storage times and conditions. These results suggest that it is possible to use inulin, guava flour, due to its nutritional value, specifically its high total dietary fiber content, along to splenda® in the production of a yogurt that can be directed at people on special diets.

Key words: Yogurt, inulin, guava, stability.

Introducción

El yogurt es un producto lácteo fermentado de amplio consumo en todo el mundo, donde se incluye yogures bajos en grasa, probióticos, batidos, firmes, helados y mousse de yogurt (Staffolo *et al.*, 2004; Saint – Eve *et al.*, 2006). Igualmente se le puede agregar saborizantes o trozos de frutas, aunque algunos consumidores lo prefieren en forma natural (Mateos, 2004). El yogurt es un gel de apariencia viscosa, resultante de la acidificación microbiana de la leche, intervienen en su fermentación ácido láctica las bacterias *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus*, las cuales deben encontrarse en una relación 1: 1 para una acción simbiótica efectiva (Salvatierra *et al.*, 2004). Es un ali-

Introduction

Yogurt is a fermented dairy product consumed worldwide, including low-fat yogurts, probiotics, shakes, ice creams and yogurt mouse (Staffolo *et al.*, 2004; Saint – Eve *et al.*, 2006). Likewise, pieces of fruits and different flavors can be added, though some consumers prefer eating yogurt with its natural flavor (Mateos, 2004). Yogurt is a gel with a viscous aspect, and is the remnant of the microbial milk acidification, intervening on its lactic acid fermentation the bacteria *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* and *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus*, which must be on a 1:1 relation for an effective symbiotic action (Salvatierra *et al.*, 2004). Yogurt is an important

mento importante debido a que es una fuente de calcio, sobre todo en aquellos individuos, quienes por diferentes razones no consumen una cantidad suficiente de leche para cubrir la ingesta diaria recomendada (RDA) de calcio, así mismo el yogurt presenta una alta biodisponibilidad de este mineral (Sánchez-Segarra *et al.*, 2000). En virtud del potencial terapéutico que se le ha asociado a la fibra dietética, están siendo desarrollados productos alimenticios con la incorporación de fibra (Abdul - Hamid y Luan, 2000; Maldonado y Pacheco, 2000; Villarroel *et al.*, 2003; Pacheco *et al.*, 2005). Dentro de este contexto, Ramírez y Pacheco (2009) obtuvieron, a partir de frutos de guayaba, harina deshidratada a 80°C x 4 h, la cual presentó un alto valor de fibra dietética (65,64±0,48%), que le confirió algunas propiedades funcionales, tales como elevados valores de absorción de agua (525%) y viscosidad (200 cps), por lo cual se sugiere ser usada como un saborizante, para el desarrollo de postres como pudines, bebidas instantáneas, yogurt y helados. Ramírez (2007), encontró en ésta harina, contenidos apreciables de vitamina C (149±0,43 mg.100 g⁻¹), carotenoides totales (8,86±0,59 mg.100 g⁻¹) y polifenoles totales (5,33±0,39 mg.100 g⁻¹), así como un valor de eficiencia antiradical (actividad antioxidante) de 1,20±0,05 mM TRE; en cuanto al contenido de hierro éste fue de 11,4±0,12 mg.100 g⁻¹. La inulina es una fibra dietética de origen natural que ha sido usada para enriquecer alimentos de fácil consumo, como productos lácteos y de panificación, debido a que promueve el crecimiento de bifidobacterias en el intestino, por tal

food since it is a source of calcium, especially in those people, who for any reason do not have an enough milk intake to cover the recommended daily dose of calcium (RDA), likewise, yogurt has a high bio-availability of this mineral (Sánchez-Segarra *et al.*, 2000). Also, due to the therapeutically potential associated to the dietetic fiber, different food products are being developed incorporating such fiber (Abdul - Hamid and Luan, 2000; Maldonado and Pacheco, 2000; Villarroel *et al.*, 2003; Pacheco *et al.*, 2005). On this context, Ramírez and Pacheco (2009) obtained, from guava fruits, dehydrated flour at 80°C x 4 h, which presented a high dietetic fiber value (65.64±0.48%), conferring it some functional properties, such as high levels of water absorption (525%) and viscosity (200 cps), therefore, is suggested to be used as a flavoring to create desserts such as puddings, instant beverages, yogurt and ice creams.

Ramírez (2007) found on this flour important contents of vitamin C (149±0.43 mg.100 g⁻¹), total carotenoids (8.86±0.59 mg.100 g⁻¹) and total polyphenols (5.33±0.39 mg.100 g⁻¹), as well as anti radical efficiency value (antioxidant activity) of 1.20±0.05 mM TRE; regarding the iron content, this was 11.4±0.12 mg.100 g⁻¹. Inulin is a natural dietetic fiber that has been used to enrich food easy to eat, such as dairy products and breads, since it promotes the growth of bifidobacterium in the intestine, for this reason, the flour has been proposed as an alternative to be added in food (Gibson and Roberfroid, 1995). It is a fructan or oligosaccharide, which basic structure

motivo se ha propuesto como alternativa su adición en los alimentos (Gibson y Roberfroid, 1995). Es un fructano u oligosacárido, cuya estructura básica consiste de unidades de fructosa enlazadas por enlaces b (2,1); una molécula de glucosa puede estar enlazada al final de la cadena por un enlace a (1,2) (Zuleta y Sambucetti, 2001). Debido a la presencia del enlace glucosídico b (2,1), es resistente a la hidrólisis por las enzimas digestivas del intestino delgado, siendo clasificada como fibra alimentaria soluble (Clemens, 2001). La formulación del yogurt con prebióticos mejora la viabilidad del *Lactobacillus acidophilus* y del *L. casei* durante su almacenamiento refrigerado, especialmente en presencia de la inulina (Donkor *et al.*, 2007). En este sentido, se ha encontrado que la inulina no afectó ni el pH ni la acidez titulable en yogurt sin grasa (Güven *et al.*, 2005); aportando buen sabor y textura lisa en yogures (Seydin *et al.*, 2005). Ruíz y Ramírez (2009), elaboraron un yogurt firme natural con la incorporación de 3% de inulina, concluyendo que la adición de inulina mejoró la viscosidad del producto, no apreciándose sinéresis durante 21 días de almacenamiento refrigerado. La sucralosa se comercializa con el nombre de Splenda® (98,8% de maltodextrina y 1,2% de sucralosa); presenta una alta solubilidad en agua (28,2 g.100 mL⁻¹ a 20°C) es estable en alimentos y bebidas durante almacenamiento a largo plazo y a temperaturas bajas o altas (Hollingsworth, 1998; Hanco y Rohrer, 2004), y es ampliamente usada por personas bajo regímenes es-

consists on units of fructose joined by bonds of b (2.1); a glucose molecule might be bonded at the end of the chain by a bond a (1.2) (Zuleta and Sambucetti, 2001). Due to the presence of the glucose bond b (2.1), it turns to be resistant to the hydrolysis by the digestive enzymes of the thin intestine, being classified as soluble food fiber (Clemens, 2001). The elaboration of yogurt with prebiotics improves the viability of *Lactobacillus acidophilus* and *L. casei*, during its frozen storing, especially if using inulin (Donkor *et al.*, 2007). On this matter, it has been proved that inulin did not affect the pH nor the titratable acidity in defatted yogurt (Güven *et al.*, 2005), providing good taste and smooth texture in yogurts (Seydin *et al.*, 2005). Ruíz and Ramírez (2009), prepared a natural firm yogurt using 3% of inulin, concluding that the addition of inulin improved the viscosity of the product, without evidencing syneresis during 21 days of freezing storing. Sucralose is commercialized with the name of Splenda® (98.8% of maltodextrine and 1.2% of sucralose); it is highly soluble in water (28.2 g.100 mL⁻¹ at 20°C) is stable in food and beverages during long-time storing and at low or high temperatures (Hollingsworth, 1998; Hanco and Rohrer, 2004), and is quite use by people following a special diet or by diabetics. The replacement of all the sucrose by poly-alcohols might cause caloric reduction from 12 to 15%, based on the caloric value of poly-alcohols of 2.4 Kcal.g⁻¹ according to the European Community (Rapaille *et al.*, 1995).

Because of the latter, the aim of this research was to elaborate a firm yogurt using inulin (Raftiline® HP) and

peciales de alimentación y diabéticos. El reemplazo de toda la sacarosa por polialcoholes puede conllevar a una reducción calórica de 12 al 15%, basado en el valor calórico de los polialcoholes de 2,4 Kcal.g⁻¹ según la Comunidad Europea (Rapaille *et al.*, 1995).

En base a lo anteriormente citado, el objetivo del presente estudio fue elaborar un yogurt firme con inulina (Raftiline® HP) y saborizante de guayaba endulzado con Splenda®, así como realizar su evaluación sensorial, fisicoquímica y microbiológica, y estudiar su estabilidad durante 30 días de almacenamiento a $\pm 8^{\circ}\text{C}$.

Materiales y métodos

Elaboración del yogurt

Se emplearon los siguientes ingredientes: Leche en polvo descremada, fermento láctico: cepas de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii*, inulina (Raftiline® HP) marca ORAFTI y Vitacel® WF marca ORAFTI, para mejorar la textura del gel, debido al uso de la leche descremada.

Formulación de yogurt

El proceso se llevó a cabo bajo el esquema tecnológico que se indica en la figura 1, con un 0,3% de vitacel® se obtuvo un yogurt de consistencia similar al comercial, se realizaron tres formulaciones con distintos porcentajes de inulina (cuadro 1). Todas las formulaciones se les adicionó el saborizante en la proporción 80:20 m/m.

Análisis químicos del yogurt

Sólidos totales (COVENIN, 932:82), grasa (COVENIN, 503:82),

a guava flavoring sweetened with Splenda®, as well as to perform its sensorial, physical-chemical and microbiological evaluation; and to study its stability for 30 days under storing at $\pm 8^{\circ}\text{C}$.

Materials and methods

Elaboration of the yogurt

The following ingredients were used: skim powder milk, lactic ferment: strains of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii*, inulin (Raftiline® HP) brand ORAFTI and Vitacel® WF brand ORAFTI, to improve the gel texture, due to the incorporation of skimmed milk.

Elaboration of the yogurt

The process was carried out following the technological scheme indicated in Figure 1, a yogurt with a similar consistency than those with commercial brand was obtained with 0.3% of vitacel®, three formulas with different inulin percentage were used (table 1). The flavoring at 80:20 m/m was added to all formulas.

Chemical analysis of the yogurt

Total solids (COVENIN, 932:82), fat (COVENIN, 503:82), proteins, total sugar and reductors, Vitamin C and ashes (A.O.A.C, 1997), carotenoids and total soluble and non-soluble dietetic fiber A.O.A.C (1990), titratable acidity (COVENIN 658:86), expressed as lactic acid, and pH, which was determined using a pH meter, Orión brand, model 420A.

Physical analysis of the yogurt

Viscosity: a rotational viscosity meter was used, Brookfield brand,

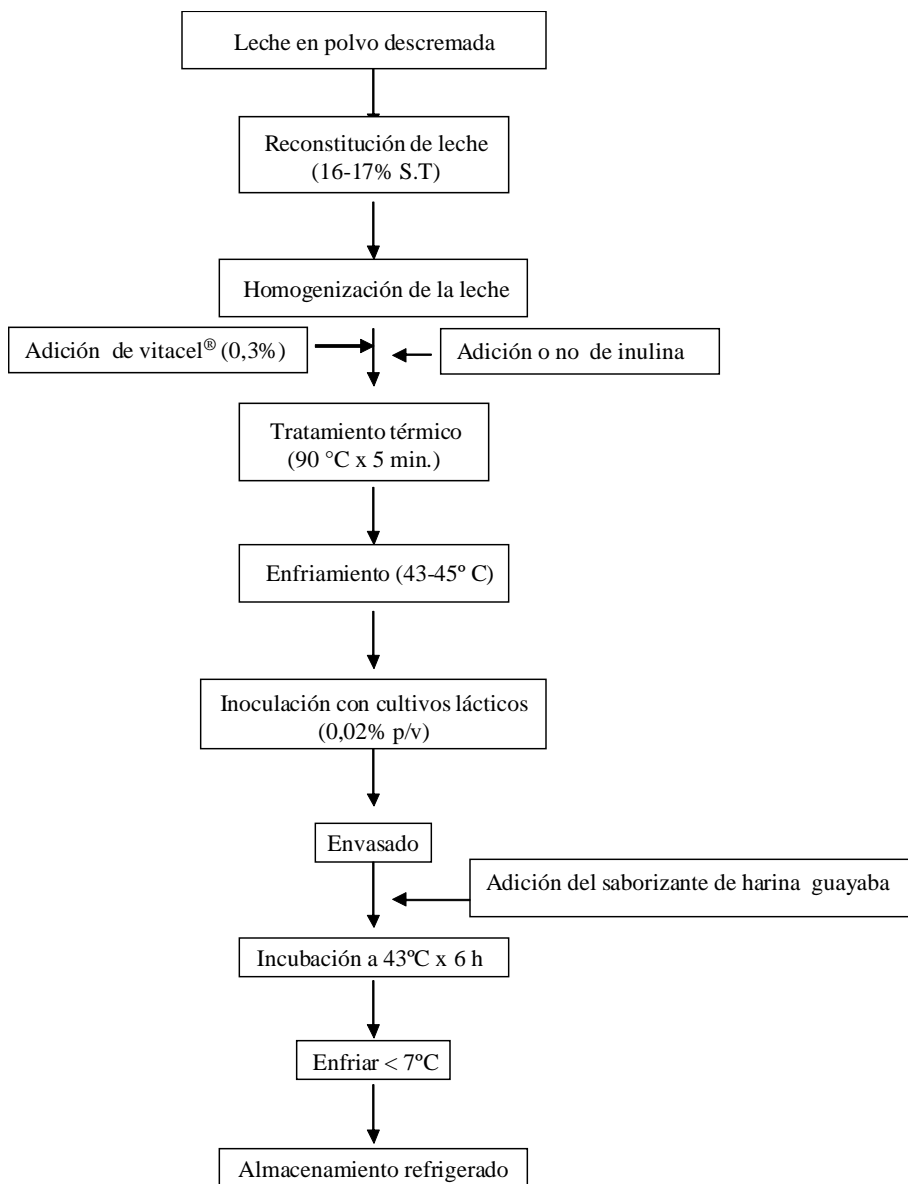


Figura 1. Resumen esquemático del procedimiento utilizado para la elaboración del yogurt.

Figure 1. Schematic overview of the procedure used for elaborating the yogurt.

Cuadro 1. Formulaciones de yogur firme con distintos porcentajes de inulina evaluados.**Table 1. Formulas of firm yogurt with different inulin percentages evaluated.**

Ingredientes (% p/v)	F1	F2	F3
Leche en polvo descremada	20,0	20,0	20,0
Fermento láctico	0,02	0,02	0,02
Inulina (Raftiline® HP)	0,00	2,00	5,00
Vitacel® WF	0,30	0,30	0,30
Agua	79,68	77,68	74,68
Total	100	100	100

proteínas, azúcares totales y reductores, Vitamina C y cenizas (A.O.A.C, 1997), carotenoides y fibra dietética total, soluble e insoluble A.O.A.C (1990), acidez titulable (COVENIN, 658:86), expresada como ácido láctico, y pH el cual se determinó mediante un pH meter marca Orión modelo 420A.

Análisis físicos del yogur

Viscosidad: Se utilizó un viscosímetro rotacional de Brookfield Modelo LVT aguja 4 y velocidad de rotación 30 rpm.; °Brix: Se realizó con un refractómetro ABBE y Sinéresis: Según metodología descrita por Staffolo *et al.*, (2004).

Análisis microbiológicos

Recuento de mohos y levaduras (COVENIN, 1337:90), recuento de coliformes totales (COVENIN, 1104:96), recuento de bacterias aerobias mesófilas y recuento de psicrófilas (COVENIN, 902:87).

Evaluación sensorial del yogur

Se aplicó un test preferencial, para establecer cual o cuales formulaciones eran las de mayor pre-

model LVT, needle 4 and rotation velocity of 30 rpm; °Brix: was measured with an ABBE refractometer and the syneresis: according to the methodology described by Staffolo *et al.*, (2004).

Microbiological analysis

Recount of mold and yeasts (COVENIN, 1337:90), recount of total coliforms (COVENIN, 1104:96), recount of aerial mesophyll bacteria and recount of psychrophile (COVENIN, 902:87).

Sensorial evaluation of the yogurt

A preferential test was applied to establish which of the formulas were the most demanding, the attributes to be evaluated were: texture, color, smell, taste and global appearance, with a hedonic scale from "I really like it", with a score of 7 points, to "I do not like it at all", with a score of 1, a semi-trained panel of 50 people was used.

Study of the stability for 30 days

The elaborated yogurts were submitted to stability tests at 0, 15 and 30 days under freezing storing, where

ferencia, los atributos a ser evaluados fueron los siguientes: textura, color, olor, sabor, y apariencia global, a través de una escala hedónica, desde “me agrada muchísimo”, con un puntaje de 7, hasta “me desagrada muchísimo”, con un puntaje de 1; se empleó un panel semientrenado de 50 personas.

Estudio de la estabilidad durante 30 días

Los yogures elaborados se sometieron a una prueba de estabilidad a los 0, 15 y 30, días de almacenamiento refrigerado, donde se les realizaron los análisis de pH, acidez, °Brix, viscosidad y sinéresis, ya descritos.

Análisis estadísticos realizados en el estudio de los productos

Se realizó un diseño completamente aleatorizado, en el cual se aplicó un análisis de varianza, para establecer si existen diferencias significativas entre las variables químicas y físicas estudiadas, además se realizó una prueba de medias de Tukey ($\alpha=5\%$). La evaluación sensorial se analizó por la prueba de Friedman a un nivel de significancia del 5% para conocer si existen diferencias significativas entre las distintas formulaciones con relación a los atributos evaluados, además se hizo una prueba de comparación múltiple de medias basadas en la diferencia crítica según lo señalado por Basker (1988). En las pruebas de estabilidad se realizó un análisis de varianza para establecer si existen diferencias significativas en las variables analizadas con respecto al tiempo de almacenamiento, y posteriormente una prueba de comparación de medias Tukey ($\alpha=5\%$).

the analysis of pH, °Brix, viscosity and syneresis were performed.

Statistical analysis carried out while evaluating the products

A completely randomized design was used, on which was applied a variance analysis to determine if there are significant differences among the chemical and physical variables studied, additionally, a Tukey's mean tests was performed ($\alpha=5\%$). The sensorial evaluation was carried out following Friedman test, at a 5% significant level, to know if there are significant differences among the diverse formulas in relation to the evaluated attributes, also, a multiple mean comparison test was used based on the critical differences, according to Basker (1988). On the stability test, a variance analysis was performed to establish if there are significant differences in the analyzed variables, in relation to the storing time, afterwards, a Tukey's mean comparison test was used ($\alpha=5\%$).

Results and discussion

Chemical composition of yogurt

On table 2 are observed the results of the chemical compositions of the different yogurt formulas. Humidity located in a range from 79.40 to 82.41%, similar values to those established by Madrid (1996) (70 to 91%) and inferior to the value reported by Muñoz and Ledesma (2002) in skimmed yogurt (85.10%). It is observed that the humidity reduced significantly when increasing the quantity of inulin added, due to a higher addition of inulin had a consequence on the increment of total

Resultados y discusión

Composición química del yogurt

En la cuadro 2, se observan los resultados de la composición química de las formulaciones de yogurt. La humedad se ubicó en un rango de 79,40 a 82,41%, valores similares al establecido por Madrid (1996) (70 a 91%) e inferiores al valor reportado por Muñoz y Ledesma (2002) en yogurt descremado (85,10%). Se aprecia que la humedad disminuyó significativamente al aumentar la cantidad de inulina incorporada, debido a que una mayor adición de inulina condujo a un incremento en los sólidos

solids of yogurt; yogurts agree to the COVENIN norm (2393:01), which establishes a minimum of 10% m/m of solids in skimmed yogurts. The protein fraction ranged from 4.67 to 4.80%, reducing when increasing the inulin quantity, being slightly higher to the one reported by Blanco *et al.* (2006) (3.39 to 4.77) in skimmed yogurts with fruits pulp. The fat content varied from 0.14 to 0.19, values that agree to COVENIN norms (2393:01), which establishes a value lower than 1%; these values are similar to those reported by Blanco *et al.* (2006) (0.15 to 0.18%) and lower to the yogurts elaborated with complete milk, Guzel-Seydim *et al.*, (2005) (3.05%).

Cuadro 2. Caracterización química de yogures con saborizante de harina de guayaba.

Table 2. Chemical characterization of yogurts with guava flour as flavoring.

Componente (%)	Yogurt		
	F ₁	F ₂	F ₃
Humedad	82,41 ^a ± 0,092	81,23 ^b ± 0,014	79,40 ^c ± 0,212
Sólidos totales	17,59 ^c ± 0,046	18,77 ^b ± 0,053	20,6 ^a ± 0,113
Proteína	4,70 ^{ab} ± 0,000	4,67 ^b ± 0,035	4,80 ^a ± 0,028
Grasa	0,14 ^{ab} ± 0,014	0,19 ^a ± 0,014	0,14 ^b ± 0,007
Cenizas	1,02 ^a ± 0,007	0,98 ^a ± 0,057	0,99 ^a ± 0,021
Azúcares totales	6,04 ^c ± 0,014	7,02 ^b ± 0,050	7,87 ^a ± 0,035
Fibra soluble	0,012 ^b ± 0,000	0,022 ^a ± 0,003	0,021 ^a ± 0,002
Fibra insoluble	2,41 ^a ± 0,050	2,37 ^a ± 0,021	2,10 ^b ± 0,064
Fibra total	2,43 ^a ± 0,035	2,40 ^a ± 0,021	2,12 ^b ± 0,064
Vitamina C (mg/100g)	1,00 ^b ± 0,003	1,11 ^a ± 0,028	0,98 ^c ± 0,004
Carotenoides totales (mg/100g)	0,84 ^b ± 0,002	0,85 ^b ± 0,001	0,90 ^a ± 0,008

Letras distintas en filas indican diferencias estadísticamente significativas (P≤0,05)

F₁ = Yogurt con saborizante de harina de guayaba (80:20 p/p) y sin inulina

F₂ = Yogurt con saborizante de harina de guayaba (80:20 p/p) y 2% de inulina

F₃ = Yogurt con saborizante de harina de guayaba (80:20 p/p) y 5% de inulina

totales del yogurt; los yogures cumplen con la norma COVENIN (2393:01), la cual establece un mínimo de 10% m/m de sólidos en yogures descremados. La fracción proteica, osciló entre 4,67 a 4,80%, disminuyendo al incrementar la cantidad de inulina, siendo ligeramente mayor a la reportada por Blanco *et al.* (2006) (3,39 y 4,77%), en yogurt descremado con pulpas de frutas. El contenido de grasa varió entre 0,14 a 0,19%, valores que cumplen con la norma COVENIN (2393:01), que establece un valor menor a 1%, estos valores son semejantes a los reportados por Blanco *et al.* (2006), (0,15 a 0,18%), y menores a los valores en yogures elaborados con leche completa Guzel-Seydim *et al.*, (2005) (3,05%). Este bajo contenido de grasa de los yogures elaborados, los ubica como un producto a utilizar en personas que se encuentren en dietas o que requieran consumir alimentos con un bajo aporte lipídico. En los últimos años los yogures bajos en grasa han ganado popularidad, debido al incremento en la demanda de los productos bajos en calorías, en el año 2002 la producción de yogurt en los Estados Unidos aumentó en un 274,6%, es decir, 2,1 billones de libras anualmente, mientras que en el año 2003 fue de 2,3 billones de libras (Achanta *et al.*, 2006).

El contenido de cenizas encontrado estuvo entre 0,98 a 1,02%, quizás porque todas las formulaciones presentaron la misma cantidad de harina de guayaba, portadora de algunos minerales al igual que la leche. Algunos autores han demostrado que los yogures tienen altas concentraciones de minerales como calcio (183 mg.100 g⁻¹), fósforo (144 mg.100 g⁻¹), zinc (234

This low fat content of the elaborated yogurts, characterizes these as a product suitable to eat by people under a special diet or who want to consume low-fat food. In the last years, skimmed yogurts have become popular, due to the increment on the demand if low-calorie products; in 2002, the production of yogurt in the United States increased in 274.6%, that is, 2.1 billions of pounds annually, meanwhile, in 2003 the quantity increased to 2.3 billions of pounds (Achanta *et al.*, 2006).

The ashes content found varied from 0.98 to 1.02%, maybe because all the formulas presented the same quantity of guava flour, which provides some minerals equal to those of the milk. Some authors have found that yogurts have high mineral concentrations such as calcium (183 mg.100 g⁻¹), phosphorous (144 mg.100 g⁻¹), zinc (234 mg.100 g⁻¹) and magnesium (17 mg.100 g⁻¹), considering an essential nutrient source compared to raw milk (Muñoz and Ledesma, 2002).

De la Fuente *et al.* (2003) have mentioned that yogurt can significantly contribute to the RDA of calcium and magnesium, additionally, is an excellent source of phosphorous. The total and redactor sugar varied from 6.04 to 7.87% and 4.76 to 5.26%, respectively, these compounds come from both the milk and the guava flour used in the formula as flavoring, due to the Spenda® use, which contains sucrose, a non nutritive sweetener, which is not quantified as water. It is observed a reduction of these compounds at the time that increased the quantity of inulin, because an

mg.100 g⁻¹) y magnesio (17 mg.100 g⁻¹) considerándolo una fuente esencial de nutrientes en comparación a la leche cruda (Muñoz y Ledesma, 2002). De la Fuente *et al.* (2003), han señalado que el yogurt puede contribuir significativamente a los RDA de calcio y magnesio, además es una buena fuente de fósforo. Los azúcares totales y reductores, variaron de 6,04 a 7,87% y 4,76 a 5,26%, respectivamente, estos compuestos provienen tanto de la leche como de la harina de guayaba utilizada en la formulación del saborizante; debido al uso de la Splenda[®] que tiene sucralosa, edulcorante no nutritivo, el cual no se cuantifica como azúcar. Se aprecia una disminución de estos compuestos a medida que se incrementó la cantidad de inulina porque ocurrió un aumento de los sólidos totales del producto. La fibra soluble osciló entre 0,012 y 0,022%, la insoluble entre 2,10 y 2,41% y la total entre 2,12 y 2,43%. Es importante considerar que el aporte de fibra en los yogures es debido a la harina de guayaba usada en la elaboración del saborizante; debido a que esta harina contenía 65,64% de fibra dietética total, 10,99% de fibra soluble y 54,65% de fibra insoluble (Ramírez y Pacheco, 2009). En este sentido, se puede decir que la guayaba puede ser usada para enriquecer con fibra a postres tipo yogurt. La vitamina C y los carotenoides variaron entre 0,98 y 1,11%, y 0,84 y 0,90%, respectivamente, cabe mencionar que la harina de guayaba contiene cantidades apreciables de ácido ascórbico (149±0,43 mg.100 g⁻¹) como de carotenoides (8,86±0,59 mg.100 g⁻¹) (Ramírez, 2007), por tal razón, en estos yogures la pre-

incremento de los sólidos totales en el producto ocurrió. La fibra soluble osciló entre 0,012 y 0,022%, la no soluble entre 2,10 y 2,41% y la total entre 2,12 y 2,43%. Es importante mencionar que la contribución de la fibra en yogures es debido a la harina de guayaba utilizada en la elaboración del saborizante, ya que esta harina contenía 65,64% de fibra dietética total, 10,99% de fibra soluble y 54,65% de fibra insoluble (Ramírez y Pacheco, 2009). En este sentido, se puede decir que la guayaba puede ser usada para enriquecer con fibra postres como el yogurt. La vitamina C y los carotenoides variaron entre 0,98 y 1,11%, y 0,84 y 0,90% respectivamente, se puede decir que la harina de guayaba contiene cantidades importantes de ácido ascórbico (149±0,43 mg.100 g⁻¹) y carotenoides (8,86±0,59 mg.100 g⁻¹) (Ramírez, 2007), por esta razón, en estos yogures la presencia de estos compuestos es debido a la harina de guayaba.

Microbiological evaluation of the yogurt

On table 3 is observed that all yogurts follow the COVENIN norm (2393:01), since this norm established that yogurt with fruits must not have more than 1.10³ yeasts (ufcg⁻¹) or molds (ufc.g⁻¹) and from 4 to 11 coliforms (ufc.g⁻¹). This can be explained by the fact that lactic acid bacteria behave as inhibitors in other microorganisms, and this behavior is the base of its capacity to improve the quality and harmless of many food products, and the factors that cooperate on this are the lactic acid that cause a reduction of the pH, the depletion of nutrients and the low redox potential (Adams and Moss, 1997). The elaborated yogurts did not present coliforms,

sencia de estos compuestos es debido a la harina de guayaba.

Evaluación microbiológica del yogurt:

En el cuadro 3 se aprecia que todos los yogures cumplen con la norma COVENIN (2393:01), debido a que esta norma establece que el yogurt con agregado de fruta, no debe contener más de 1.10^3 levaduras (ufc.g⁻¹) ni de mohos (ufc.g⁻¹), y entre 4 a 11 coliformes (ufc.g⁻¹). Esto puede ser explicado por el hecho de que las bacterias acidolácticas se comportan como inhibidoras de otros microorganismos y este comportamiento es la base de su capacidad para mejorar la calidad y la inocuidad de muchos productos alimenticios, siendo los factores que cooperan en esto la producción de ácido láctico que conlleva a una disminución del pH, el agotamiento de nutrientes y bajo potencial redox (Adams y Moss, 1997). Los yogures formulados no presentaron coliformes lo que indica la calidad higiénica del

which indicate the sanitary quality of the product; also, these microorganisms do not resist low pH or high values of lactic acid, conditions that are produced in yogurts during their storing. However, yogurts might be altered by aciduric microorganisms such as yeasts and molds, when fruits are used in the elaboration, in this case, the use of fruit flour (guava), a dehydrated product, seemed that limited the growth of these microorganisms.

Physical-chemical characterization of yogurts elaborated during storing:

On table 4 are presented the initial and during storing values of pH, acidity, °Brix and viscosity. The initial pH of the different yogurts elaborated (4.1) are very close to the values reported by other authors (Xanthopoulos *et al.*, 2001; Briceño *et al.*, 2001; Blanco *et al.*, 2006). During the storing time, a reduction of the pH was observed from 4.1 to 3.7, which

Cuadro 3. Caracterización microbiológica del yogurt.

Table 3. Microbiological characterization of yogurt.

Microorganismos (ufc/g)	Formulaciones		
	1	2	3
Levaduras	< 10	< 10	< 10
Mohos	$5. 10^1$	$5. 10^{-1}$	$5. 10^{-1}$
Coliformes totales	< 10	< 10	< 10
Mesófilos	$7. 10^1$	$3,5. 10^1$	$2,5. 10^1$
Psicrofilos	< 10	< 10	< 10

F₁ = Yogurt con saborizante de harina de guayaba (80:20 p/p) y sin inulina

F₂ = Yogurt con saborizante de harina de guayaba (80:20 p/p) y 2% de inulina

F₃ = Yogurt con saborizante de harina de guayaba (80:20 p/p) y 5% de inulina

producto, además estos microorganismos no resisten pH bajos y altos valores de ácido láctico, condiciones que se producen en los yogures durante su almacenamiento. Sin embargo, los yogures pueden ser alterados por microorganismos acidodúricos como levaduras y mohos, cuando se utilizan frutas en su elaboración, en este caso la utilización de la harina de fruta (guayaba), producto deshidratado, pareciera que limitó el crecimiento de estos microorganismos.

Caracterización fisicoquímica de los yogures elaborados durante el almacenamiento:

En el cuadro 4, se presentan los valores iniciales y durante el almacenamiento de pH, acidez, °Brix y viscosidad. Los pH iniciales de los diferentes yogures elaborados (4,1), están muy cercanos a los valores reportados por otros autores (Xanthopoulos *et al.*, 2001; Briceño *et al.*, 2001; Blanco *et al.*, 2006). Durante el tiempo de almacenamiento se apreció una disminución del pH de 4,1 hasta 3,7, lo cual puede deberse a la actividad microbiana en condiciones de refrigeración, como lo plantean Lubbers *et al.*, (2004). Se aprecia que la acidez aumentó en todas las formulaciones de yogurt, debido a la producción de ácido láctico durante el almacenamiento refrigerado. Los valores iniciales de acidez oscilaron en un rango de 1,27 a 1,31%, y finalizaron entre 1,79 a 1,83%, observándose poca variación entre las fórmulas. Este incremento del ácido láctico se atribuye a que bajo condiciones de refrigeración continúa la producción de acidez por los cultivos iniciadores que siguen fermentando la lactosa presente (Xanthopoulos *et al.*, 2001). No obstante todos los yo-

might be due to the microbial activity under refrigeration conditions, as mentioned by Lubbers *et al.*, (2004). It is observed that acidity increased in all formulas of yogurt, due to the production of lactic acid during the refrigerated storing, The initial acidity values ranged from 1.27 to 1.31%, and ended from 1.79 to 1.83%, observing little variation among the formulas. This increment of the lactic acid is attributed that under refrigerated conditions, the acidity production continues due to the initiator cultures that keep fermenting the lactose present (Xanthopoulos *et al.*, 2001). Nevertheless, all the elaborated yogurts follow the COVENIN norm (2393:01), which indicates a minimum acidity value of 0.7% expressed as lactic acid.

The °Brix reduced slightly during the storing, being this reduction more remarkable in the yogurt without inulin. This reduction, according to Adolfsson *et al.* (2004) is because under refrigeration conditions both the initiator cultures and the microorganisms resistant to the thermal treatment after the fabrication of the yogurt, continue using the sugar present in the media, to cover the energetic needs by different ways through fermentation.

In relation to the viscosity, during storing is observed a considerable increase with the increment of inulin, this was also observed by Kip *et al.* (2006) when increasing the dose from 1.5 to 4%. Ruiz and Ramírez (2009) observed in the natural firm yogurt with inulin, an increment of the viscosity during the refrigerated storing in relation to the yogurt

Cuadro 4. Variaciones de pH, acidez, °Brix y viscosidad en yogures con saborizante de guayaba durante el periodo de almacenamiento (30 días) a 8°C.

Table 4. Variations of pH, acidity, °Brix and viscosity in yogurts with guava flavoring during storing (30 days) at 8°C.

Yogurt	Días de almacenamiento	pH	Acidez(%)	°Brix	Viscosidad
F ₁	0	4,10 ^a ±0,001	1,30±0,000	14,50 ^a ±0,094	3300 ^b ±141,42
F ₂		4,10 ^a ±0,000	1,27±0,004	15,00 ^a ±0,047	3500 ^b ±70,71
F ₃		4,10 ^a ±0,001	1,31±0,009	17,25 ^a ±0,071	3650 ^b ±70,71
F ₁	15	4,00 ^b ±0,010	1,33 ^b ±0,004	15,10 ^a ±0,069	3950 ^a ±70,71
F ₂		4,06 ^b ±0,000	1,30 ^b ±0,001	16,00 ^a ±0,035	4150 ^a ±70,71
F ₃		4,01 ^b ±0,001	1,35 ^b ±0,008	17,00 ^a ±0,000	6550 ^b ±70,71
F ₁	30	3,70 ^c ±0,001	1,81 ^a ±0,001	13,25 ^b ±0,080	3050 ^b ±70,71
F ₂		3,70 ^c ±0,001	1,79 ^a ±0,004	15,50 ^b ±0,068	4650 ^a ±70,71
F ₃		3,70 ^c ±0,010	1,83 ^a ±0,009	16,75 ^b ±0,035	9250 ^a ±70,71

Letras distintas en columnas indican diferencias estadísticamente significativas (P≤0,05)

F₁ = Yogurt con saborizante de harina de guayaba (80:20 p/p) y sin inulina

F₂ = Yogurt con saborizante de harina de guayaba (80:20 p/p) y 2% de inulina

F₃ = Yogurt con saborizante de harina de guayaba (80:20 p/p) y 5% de inulina

gures elaborados cumplen con la norma COVENIN (2393:01), la cual indica un valor mínimo de acidez de 0,7% expresada como ácido láctico.

Los °Brix disminuyeron ligeramente durante el almacenamiento, siendo más notoria esta disminución en el yogurt sin inulina. Esta disminución de acuerdo a Adolffson *et al.* (2004), es debida a que en condiciones de refrigeración tanto los cultivos iniciadores como los microorganismos resistentes al tratamiento térmico después de la fabricación del yogurt, continúan utilizando los azúcares presentes del medio, para cubrir sus necesidades energéticas por vías diferentes a través de la fermentación.

Con relación a la viscosidad, durante el almacenamiento se observa un incremento considerable con el aumento de la inulina, esto fue igualmente observado por Kip *et al.* (2006), al aumentar la dosis de 1,5 hasta 4%. Ruiz y Ramírez (2009), observaron en yogurt firme natural con inulina, un aumento de la viscosidad durante el almacenamiento refrigerado con respecto al yogurt sin inulina. Es conocido que existen muchos estabilizantes (gelatina, almidón, pectina, alginato, carragenano, derivados de metilcelulosa, goma arábica, tragacanto, karaya, goma de algarrobo (LBG) o guar) para mejorar la consistencia y reducir la sinéresis en el yogurt (Everett y McLeod, 2005). En este caso la inulina junto al vitacel en este tipo de productos lácteos proporciona efectos positivos en la reología y estabilidad del mismo. Para que la inulina mejore la viscosidad, es importante utilizar una dosis adecuada; Staffolo *et al.*, (2004), observaron un efecto con-

without inulin. It is well known that there are many stabilizers (gel, starch, pectin, alginate, carrageenan, derives of metylcellulose, Arabic gum, tragacanth, karaya gum, guar gum) to improve the consistency and reduce the syneresis in yogurt (Everett and McLeod, 2005). In this case, inulin along to vitacel, in these types of dairy products, provide positive effects in their rheology and stability

It is important to use the adequate dose of inulin to improve the viscosity; Staffolo *et al.*, (2004) observed an opposite effect when using a lower quantity of inulin (1.30%) in yogurt during storing, as observed in yogurt elaborated without inulin. The effect of inulin on the viscosity of yogurt might be explained because this fiber has a high water retention capacity, therefore, acts as a thickener creating complex hydrogen ways with the proteins of the yogurt (Kip *et al.*, 2006). In the yogurt without inulin, a decrease on the viscosity was observed 15 days after, which might be related to the reduction of pH; that is, the acid pH lead that the net charge of the protein is positive, thus, the molecule normally deploys since the protein-protein interaction is not produced, consequently reducing the gel viscosity (Wong, 1995). The elaborated yogurts presented a higher viscosity compared to the one reported by Staffolo *et al.* (2004) (940-980 cps) and Lubbers *et al.* (2004) (670-780 cps); and inferior to the one presented by De Oliveira *et al.* (2005) (2100 cps), Maragkoudakis *et al.* (2006) (188500-307500 cps), Donkor *et al.* (2007) (30450-82050 cps) and Ruiz and Ramírez (2009) (6600-9767 cps).

trario, al usar una menor cantidad de inulina (1,30%), en yogurt durante el almacenamiento, tal como se observó en el yogurt elaborado sin inulina. El efecto de la inulina sobre la viscosidad del yogurt, puede explicarse porque ésta fibra tiene una alta capacidad de retención de agua, por lo cual actúa como espesante formando complejos vía puentes de hidrógeno con las proteínas del yogurt (Kip *et al.*, 2006). En el yogurt sin inulina se observó un descenso de la viscosidad, a partir de los 15 días, lo cual pudiera estar asociado a la disminución del pH; es decir los pH ácidos conducen a que la carga neta de la proteína sea positiva por lo que la molécula tiende a desplegarse debido a que no se favorece la interacción proteína-proteína, disminuyéndose en consecuencia la viscosidad del gel (Wong, 1995). Los yogures elaborados presentaron una mayor viscosidad en comparación a la reportada por Staffolo *et al.* (2004) (940-980 cps) y Lubbers *et al.* (2004) (670-780 cps); e inferior a la señalada por De Oliveira *et al.* (2005) (21000 cps), Maragkoudakis *et al.* (2006) (188500-307500 cps), Donkor *et al.* (2007) (30450-82050 cps) y Ruiz y Ramírez (2009) (6600-9767 cps).

Sinéresis del yogurt

No se observó sinéresis en los yogures elaborados durante el almacenamiento refrigerado. Quizás esto se debió tanto a la adición de la inulina, vitacel® así como a la fibra presente en la harina de guayaba del saborizante, por su capacidad de retención de agua. Similar comportamiento fue observado por Staffolo *et al.*, (2004), en yogures elaborados con diferentes tipos de fibra (manzana, bambú, trigo e inulina) a una concentración de 1,30%,

Syneresis of the yogurt

The syneresis was not observed in the yogurts elaborated during the refrigerated storing. This may be due to the addition of inulin, vitacel® and the fiber present on the guava flour as flavoring, by its retention water capacity. A similar behavior was observed by Staffolo *et al.* (2004) in yogurts elaborated with different types of fiber (apple, bamboo, wheat and inulin) at a 1.30% concentration, and mentioned by Ruiz and Ramírez (2009) in natural firm yogurt elaborated with inulin. This phenomenon in the yogurt is important due to the fact that the presence of the exudate is a rejection factor by hands of the consumers.

Sensorial evaluation of the yogurt

On table 5 are mentioned the mean range values for each of the parameters of the sensorial evaluation carried out, observing that there are not statistical significant differences among the samples in relation to the attributes evaluated, that is, the different formulas of yogurts presented the same degree of acceptance on each of the evaluated attributes. Therefore, it must be mentioned that it is possible to elaborate yogurt without guava flavoring with or without inulin, since it did not affect the sensorial properties of the product, inulin improved the viscosity though; nevertheless, some experts appreciated, in the yogurt containing 5% of inulin, a lumpy aspect; this agrees to Kip *et al.*, (2006) who evidenced that a concentration higher than 3% of inulin in yogurt had a negative effect on the mouth sensation, since it reduced the smoothness of the product.

y por Ruiz y Ramírez (2009), en yogurt firme natural elaborado con inulina. Este fenómeno en el yogurt es importante debido a que la presencia de exudado es un factor de rechazo por parte del consumidor.

Evaluación sensorial del yogurt

En el cuadro 5 se señalan los valores de rango de medias para cada uno de los parámetros de la evaluación sensorial realizada, apreciándose que no existen diferencias estadísticamente significativas, entre las muestras con relación a los atributos evaluados, es decir las distintas formulaciones de yogures, presentaron el mismo grado de aceptación en cada uno de los atributos evaluados. Por lo cual se puede señalar que es posible elaborar yogurt con saborizante de harina de guayaba con o sin inulina, debido a que ésta no afectó las propiedades sensoriales del producto aunque la inulina mejoró la viscosidad; no obstante algunos panelistas apreciaron en el yogurt con 5% de inulina un aspecto grumoso, esto coin-

Conclusions

The formula and elaboration of yogurt was performed with skim milk, inulin, vitacel and guava flour as flavoring sweetened with Splenda®, product with a good sensorial acceptance. Inulin improved the consistency, additionally; guava provided important nutrients such as dietetic fiber and antioxidant compounds, thus, this yogurt can be consumed by people following a special diet. This yogurt fulfilled the microbiological requirements that appear on the COVENIN norm, and during the 30-day refrigerated storing ($\pm 8^{\circ}\text{C}$); and even though there was an increment on the viscosity caused by the inulin, the yogurt kept having acceptable physical-chemical characteristics, and none syneresis was observed.

End of english version

Cuadro 5. Evaluación sensorial del yogurt con saborizante de harina de guayaba y diferentes niveles de inulina.

Table 5. Sensorial evaluation of yogurt with guava flour and different levels of inulin.

Yogurt	Color	Olor	Textura	Sabor	Apariencia Global
F ₁	94 ^a	105,5 ^a	95,5 ^a	91,5 ^a	94 ^a
F ₂	102,5 ^a	101 ^a	106 ^a	112 ^a	111,5 ^a
F ₃	103,5 ^a	93,5 ^a	98,5 ^a	96,5 ^a	94,5 ^a

Letras diferentes en columnas indican que hay diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$).

F₁ = Yogurt con saborizante de harina de guayaba (80:20 p/p) y sin inulina

F₂ = Yogurt con saborizante de harina de guayaba (80:20 p/p) y 2% de inulina

F₃ = Yogurt con saborizante de harina de guayaba (80:20 p/p) y 5% de inulina

cide con lo planteado por Kip *et al.*, (2006), quienes notaron que una concentración mayor al 3% de inulina en yogurt tuvo un efecto negativo sobre las sensaciones bucales, ya que disminuyó la cremosidad del producto.

Conclusiones

Se logró la formulación y elaboración de yogurt con leche descremada, inulina, vitacel y saborizante de harina de guayaba endulzado con Splenda®; producto que sensorialmente tuvo una buena aceptabilidad. La inulina mejoró la consistencia, además el saborizante con guayaba aportó nutrientes importantes como fibra dietética y compuestos antioxidantes, haciéndolo un producto que pudiera ser consumido por personas bajo regímenes especiales de alimentación. El yogurt cumplió con los requisitos microbiológicos exigidos en la norma COVENIN y durante el almacenamiento refrigerado ($\pm 8^{\circ}\text{C}$) por 30 días, aunque ocurrió un incremento apreciable de la viscosidad por la inulina, mantuvo características fisicoquímicas aceptables para este producto y no se observó sinéresis.

Literatura citada

- Abdul-Hamid, A. y Y. Luan. 2000. Functional properties of dietary fiber prepared from defatted rice bran. *Food Chem.* 68:15-19.
- Achanta, K., K. Aryana y C. Boeneke. 2007. Fat free plain set yogures fortified with various minerals. *LWT-Food Sci. Technol.* 40 (3): 424-429.
- Adams, M. y M. Moss. 1997. Microbiología de alimentos. Editorial Acribia. España. 547 p.
- Adolfsson, O., M. Nikbin y R. Russell. 2004. El yogurt y su función en el intestino. *American J. Nutr.* 80(2): 245-256.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Agricultural Chemist. Washington DC.
- A.O.A.C. 1997. Association of Official Analytical Chemist. Official methods of analysis. Washington D.C.
- Basker, D. 1988. Critical values of differences among rank sums for multiple comparisons. *Food Technol.* 42(2): 79-84.
- Blanco, S., E. Pacheco y N. Frágenas, 2006. Evaluación física y nutricional de un yogurt con frutas tropicales bajo en calorías. *Rev. Fac. Agron. UCV.* (32):131-144.
- Briceño, A., R. Martínez y K. García. 2001. Viabilidad y actividad de la flora láctica *Streptococcus salivarius* subsp *thermophilus* *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus* del yogurt en Venezuela. *Acta Científica Venezolana.* 52(1): 46-54.
- Clemens, R. 2001. Redefining fiber. *Food Technol.* 55(2):100
- COVENIN. Comisión venezolana de normas industriales. 2001. Norma 2393. Yogurt. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela.
- COVENIN. Comisión venezolana de normas industriales. 1996. Norma 1104. Determinación del número más probable de coliformes fecales y *Escherichia coli*. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela.
- COVENIN. Comisión venezolana de normas industriales. 1990. Norma 1337. Alimentos. Método para recuento de mohos y levaduras. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela.
- COVENIN. Comisión venezolana de normas industriales. 1987. Norma 902. Alimentos. Método para recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de Petri. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela.
- COVENIN. Comisión venezolana de normas industriales. 1986. Norma 658. Leche

- fluida. Determinación de acidez titulable. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela.
- COVENIN. Comisión venezolana de normas industriales. 1982. Norma 932. Leche fluida. Determinación de sólidos totales. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela.
- COVENIN. Comisión venezolana de normas industriales. 1982. Norma 503. Leche fluida. Determinación de grasa. Método de Babcock. Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela.
- De la Fuente, M., F. Montes, G. Guerrero y M. Juárez. 2003. Total and soluble contents of calcium, magnesium, phosphorus and zinc in yogures. *Food Chem.* 80: 573-578.
- De Oliveira, M., R. Hernández y S. Prudencio-Ferreira. 2005. Suplementação de iogurte de soja com frutooligosacarídeos: características probióticas e aceitabilidade. *Revista de Nutrição. Campinas.* Vol. 18 (5).
- Donkor, O.N., S.L.I. Nilmini, P. Stolic, T. Vasiljevic y N.P. Shah. 2007. Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. *Int. Dairy J.* 17(6):657-665.
- Everett, D. y R. McLeod. 2005. Interactions of polysaccharide stabilizers with casein aggregates in stirred skim-milk yoghurt. *Int. Dairy J.* 15: 1175-1183.
- Gibson, G. y M. Roberfroid. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr.* 125:1401-1412.
- Güven, M., K. Yasar, O. Karaca y A. Hayaloglu. 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *Int. J. Dairy Technol.* 58(3):180-184.
- Guzel-Seydim, Z., E. Sezgin y A. Seydim. 2005. Influences of exopolysaccharide producing cultures on the quality of plain set type yogurt. *Food Control.* 16: 205-209.
- Hanko, V. y J. Rohrer. 2004. Determination of sucralose in Splenda and a sugar-free beverage using high-performance anion-exchange chromatography with pulsed amperometric detection. *J. Agr. Food Chem.* 52: 4375-4379.
- Hollingsworth, P. 1998. Sucralose approval sweetens low-cal market. *Food Technol.* 52(5): 34.
- Kip, P., D. Meyer y R. Jellema. 2006. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. *Int. Dairy J.* 16: 1098-1103.
- Lubbers, S., N. Decourcelle, N. Vallet y E. Guichard. 2004. Flavor release and rheology behaviour of strawberry fatfree stirred yogurt during storage. *J. Agr. Food Chem.* 52: 3077-3082.
- Mateos, J. 2004. El yogur. Un alimento mediterráneo probiótico. *Arch. Latin. Nutr.* 54(1): 76-77.
- Maldonado, R. y E. Pacheco. 2000. Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde. *Arch. Latin. Nutr.* 50(4): 387-393.
- Maragkoudakis, P., C. Miaris, P. Rojez, N. Manalis, F. Magkanari, G. Kalantzopoulos y E. Tsakalidou. 2006. Production of traditional Greek yoghurt using *Lactobacillus* strains with probiotic potential as starter adjuncts. *Int. Dairy J.* (16):52-60.
- Muñoz, M. y J. Ledesma. 2002. Tablas de valor nutritivo de alimentos. Ediciones Internacional Mc. Graw Hill. México. 316p.
- Pacheco, E., P. Jiménez y E. Pérez. 2005. Effect of enrichment with high content dietary fiber stabilized rice bran flour on chemical and functional properties of storage frozen pizzas. *J. Food Eng.* 68(1):1-7.
- Ramírez, A. 2007. Obtención de harinas de frutas tropicales. Utilización en productos para regímenes especiales de alimentación. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 400pp.
- Ramírez, A. y E. Pacheco. 2009. Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia.* 34(4): 293-297.

- Rapaille, A., M. Gozney y F. Van der Schueren. 1995. Formulating sugar-free chocolate products with maltitol. *Food Technol.* 51-54.
- Ruiz, J. y A. Ramírez. 2009. Elaboración de yogurt con prebióticos (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. *Rev. Fac. Agron (LUZ)*. 26: 223-242.
- Salvatierra, M., A. Molina, M. Gamboa y M. Arias. 2004. Evaluación del efecto de cultivos probióticos presentes en yogurt sobre *Staphylococcus aureus* y a la producción de termonucleasa. *Arch. Latin. Nutr.* 54(3): 298-301.
- Sánchez- Segarra, P., M. García-Martínez, M. Gordillo-Otero, A. Díaz-Valverde, M. Amaro-López y R. Moreno-Rojas. 2000. Influence of the addition of fruit on the mineral content of yogures: nutritional assessment. *Food Chem.* 70:85-89.
- Staffolo, M., N. Bertola, M. Martino y A. Bevilacqua. 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *Int. Dairy J.* 14: 263-268.
- Seydin, Z., G. Sarikus y O. Okur. 2005. Effect of inulin and dairy- Lo as fat replacers on the quality of set type yogurt. *Milchwissenschaft.* 60(1): 51-55.
- Villarroel, M., C. Acevedo, E. Yañez y E. Bioley. 2003. Propiedades funcionales de la fibra del musgo *Sphagnum magellanicum* y su utilización en la formulación de productos de panadería. *Arch. Latin. Nutr.* 53(4): 400-407.
- Wong, D. 1995. Química de los Alimentos. Mecanismos y Teoría. Editorial Acribia. España. 476 p.
- Xanthopoulos, V., N. Pedritis y N. Tzanetakis. 2001. Characterization and classification of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* strains isolated from traditional greek yogures. *J. Food Sci.* 66(5): 747-752.
- Zuleta, A. y E. Sambucetti. 2001. Inulin determination for food labeling. *J. Agr. Food Chem.* 49: 4570-4572.