

## Evaluación de las Características Físico-Químicas, Microbiológicas y Sensoriales de un Yogur Elaborado con Sucralosa y Estevia

Reyes J.\*; Ludeña F.\*\*

\* Universidad Técnica Particular de Loja, Departamento de Ciencias Agropecuarias y Alimentos, Loja, Ecuador.  
e-mail: jfreyes@utpl.edu.ec

\*\* Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Industrias Alimentarias, Lima, Perú.  
e-mail: fludena@lamolina.edu.pe

**Resumen:** Los productos bajos en calorías han ganado una atención especial en el mercado y son un nicho atractivo para las empresas procesadoras. El propósito del presente trabajo fue desarrollar un yogur bajo en calorías. Se evaluó el efecto del empleo de sucralosa y estevia como edulcorantes, el efecto del porcentaje de sólidos totales, ST (12 y 13 %) y el lugar de proveniencia de la leche (Loja y Zamora), sobre las características sensoriales y fisicoquímicas del yogur. Una prueba sensorial descriptiva determinó la aceptabilidad de cada formulación, mientras que la estabilidad se evaluó estudiando la vida útil hasta 35 días en almacenamiento a 4 °C. Se estableció el uso de 0.015 % de sucralosa y 0.090 % de estevia, respecto de la leche. El tiempo requerido para alcanzar el pH del yogur no fue afectado por los factores de estudio y se mantuvo entre 180 a 193 min. El lugar de proveniencia de la leche no tuvo influencia sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto. La estandarización al 12 % ST presentó los valores más bajos de acidez (91 a 93 °D), viscosidad (7300 a 10500 cP) y aporte energético (93.5 Kcal/100 g yogur), mientras que al 13 % ST la sinéresis fue más baja e influyó negativamente la percepción de la viscosidad en la boca. El panel sensorial encontró que la sucralosa mejoró notablemente el dulzor comparado con el producto edulcorado con estevia. Por tanto, para la elaboración de este tipo de yogur puede usarse leche de Loja o Zamora Chinchipe, con 12 % ST y edulcorado con sucralosa; con vida útil de 28 días en refrigeración a 4 °C, período en el que no hubo presencia de microorganismos patógenos (*E.coli* y *S. aureus*), mohos y levaduras.

**Palabras clave:** Yogur, sucralosa, estevia, calorías, edulcorantes.

**Abstract:** Currently different low-calorie foods and no-calorie sweeteners have gained special attention in the society as they have become an attractive niche market for the food industry. The main objective of this work was to develop a yogurt with low calories content. The effects of the following factors were studied: “type of sweetener” (sucralose 0.015 % and stevia 0.090 % (w/v of milk)), “total solids content” (12 and 13 % TSC) and “place of origin of milk” (Loja and Zamora cities), and their influence on the physical-chemical and sensory characteristics of yogurt. The product was stored for 35 days at 4 °C. The acceptability of the product was evaluated using a descriptive sensory analysis and the shelf life study was done by evaluating the microbiological and physical-chemical characteristics. The time required to reach pH was not affected by the study variables and was kept between 180 to 193 min. The place of origin of milk did not affect the physical-chemical and sensorial characteristics of the final product. When the product was standardized at 12 % of TSC the lower values of acidity (91 to 93 °D), viscosity (7300 to 10500 cP) and energy content (93.5 Kcal/100 g yogurt) were shown, whereas at 13 % of TSC the syneresis was lower and negatively affected the perception of viscosity in mouth. The sensory panel found that sucralose sweetness significantly improved compared to product made with stevia. Therefore, the best yogurt formulation was obtained using milk coming from Loja or Zamora Chinchipe, with 12 % of TSC, sweetened with sucralose and its shelf life was 28 days under refrigeration conditions (4°C), during which there was no presence of pathogens (*E. coli* and *S. aureus*), molds and yeasts.

**Keywords:** Yogurt, sucralose, stevia, calories, sweeteners.

### 1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se ha incrementado notablemente el consumo de yogur, en el período del 2004 al 2011 pasó de 12 a 16 millones de toneladas [32]. Por su parte en el Ecuador entre los años 2006 y 2007 el consumo de este producto creció en un 25 %. La producción de yogur pasó de 120 000

Kg por día en el 2006 a 157 000 Kg en el 2008, que corresponde al 9 % de la producción de leche total que se destina a la Industria [34]. El consumo per cápita de yogur es de aproximadamente 4 Kg/habitante/año, cifra baja si se compara con países como Argentina, Brasil y Uruguay que bordean los 20 Kg [3], esta situación representa para el sector lácteo ecuatoriano una oportunidad de crecimiento,

considerando que el Gobierno del Ecuador ha implementado programas para promover el aumento del consumo de lácteos [14]. En el mercado de yogur hay una creciente preferencia por los productos bajos en calorías, debido a la cada vez mayor preocupación de los consumidores por la salud [8], estos productos se introdujeron en el mercado para atender dietas y necesidades específicas, hoy en día su precio competitivo y buenas características sensoriales han logrado expandirse en el mercado con muy buenas expectativas de crecimiento [38].

En el Ecuador entre el 2008 y 2009 se incrementó la compra de los ítems *light* del 10 % a 15 % [7]. El crecimiento de la demanda de este tipo de productos ha obligado a aumentar su diversificación y disponibilidad en los supermercados [8, 11, 16].

Las sustancias que hacen posible esto son algunos edulcorantes no calóricos, que se caracterizan por proporcionar un sabor dulce muy intenso y se usan en pequeñas cantidades [27]. La sucralosa presenta un alto poder edulcorante (600 veces más que la sacarosa), gran estabilidad a altas temperaturas y al pH [2, 12, 31], dulzor percibido rápidamente, ausencia de sabor amargo o metálico, no cariogénico, puede ser ingerido por diabéticos y su ingesta diaria admisible (IDA) es de 5 mg/Kg peso corporal por día.

Pinheiro *et al.* (2005) indica que es el único edulcorante que no tiene ninguna desventaja. La estevia por su parte, es el primer edulcorante de origen natural sin calorías, proviene de la *Stevia rebaudiana* (Bertoni), planta sudamericana originaria del Paraguay [29]. Posee un alto poder edulcorante (250 a 300 veces más que la sacarosa), es estable a altas temperaturas y pH ácido, no cariogénico, no afecta los niveles de glucosa en sangre y su ingesta diaria admisible es de 4 mg/Kg de peso corporal/día [29]. La normativa ecuatoriana y la FAO clasifican un alimento como ligero, al que se le ha reducido al menos el 25 por ciento de su contenido de energía o del contenido de nutrientes del producto estándar [9, 21]. Esta investigación buscó desarrollar un yogur bajo en calorías, incorporando como edulcorantes no calóricos sucralosa y estevia, además de estudiar la incidencia de la calidad de la leche por su sitio de proveniencia, siendo la provincia de Zamora Chinchipe y la hoja de Loja, los lugares estudiados.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Lugar de ejecución

Esta investigación se desarrolló en las instalaciones de la Planta de Lácteos ECOLAC y en el Laboratorio de Alimentos del Departamento de Ciencias Agropecuarias y Alimentos de la Universidad Técnica Particular de Loja.

### 2.2 Materias Primas

Se utilizó leche fresca cruda descremada proporcionada por la Planta de Lácteos Ecolac, proveniente de sus centros de

acopio de la provincia de Zamora Chinchipe y de la ciudad de Loja.

### 2.3 Insumos

Se usó sucralosa comercial de la empresa J.K. Sucralose Inc y estevia Granosweet sweta [15], cultivo probiótico FD-DVS Yo-Fast 88 que contiene *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium*, leche en polvo descremada de la empresa “El Ordeño” con 34 % de proteínas, 0.50 % de grasa, 4.22 % de humedad y 1.35 % de acidez titulable, estabilizante para yogur G36400 AD de la empresa Aditmaq y sorbato de potasio granulado de la empresa Silperal.

### 2.4 Métodos de análisis

#### Determinación de pH

El valor de pH fue medido en el yogurt a 8 °C usando un pHmetro digital Orión 2-Star, calibrado usando buffers comerciales de pH 4 y 7. El procedimiento se realizó por triplicado [5].

#### Acidez titulable

Se tomó 10 g de muestra a 20 °C; se adicionó unas gotas de solución indicadora de fenolftaleína y se tituló con una solución de hidróxido de sodio 1/9 N hasta cambio de coloración a rosa. La determinación se hizo por duplicado sobre la misma muestra y los resultados se expresaron como °Dornic [40]. Este método es el más difundido y de uso general de las Industrias lácteas ecuatorianas. El factor de corrección para expresar en porcentaje de ácido láctico se da al dividir para 100 los grados Dornic [42].

#### Viscosidad aparente

La viscosidad aparente se determinó siguiendo el procedimiento descrito por Duarte y Hickmann (2007) [8] con modificación, brevemente, las muestras fueron medidas a 4 °C y se agitaron a 4 r.p.m. por 3 minutos con un viscosímetro digital Brookfield DV-I (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., USA), equipado con un husillo S63.

#### Sinéresis

La sinéresis se determinó por el método de centrifugación descrito por Jicheng *et al.* (2010) [24], con modificaciones. Para lo cual se usó una centrifuga a 640 g por 10 minutos y 20 g de muestra (4°C). El sobrenadante fue recolectado, pesado y la sinéresis se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Sinéresis (\%)} = \frac{\text{Peso del sobrenadante (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100 \quad (1)$$

### Tiempo requerido para alcanzar el pH (tpH)

Se determinó midiendo la cantidad de tiempo que requiere el yogur para alcanzar pH 4.7 desde el momento de la inoculación con el cultivo láctico [30].

### Análisis de los principales ingredientes

La cantidad de grasa, proteína, sólidos no grasos y lactosa se determinó por medición de ultrasonido, usando el equipo Lactoscan MCC (Milkotronic Ltd, Nova Zagora, Bulgaria) calibrado previamente. Todas las mediciones se realizaron por triplicado.

### Calorías

El contenido de calorías de yogur se calculó en base a 8.79 Kcal/g de la grasa, 4 Kcal/g de los carbohidratos y 4 Kcal/g del contenido de proteínas [10, 25].

### Análisis microbiológicos

El recuento de microorganismos se realizó siguiendo los métodos rápidos Petrifilm (3M), para lo cual se hizo una sola dilución de cada muestra tomando 10 g de yogur y adicionándolos a 90 ml de solución salina de peptona. En todos los casos se sembró por duplicado 1 ml de la dilución y se incubó a: 25 °C por 5 días para el caso de mohos y levaduras (Método AOAC 997.02) y 35 °C por 24 horas para *E. coli* / coliformes totales (Método AOAC 991.14) y *S. aureus* (Método AOAC 2001.05) [19]. Al término de la incubación se seleccionaron las placas que presentaron entre 15 y 150 colonias, reportando el resultado como unidades formadoras de colonia por gramo (UFC/g). Para la evaluación de la calidad microbiológica se compararon los resultados con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2395 para Leches Fermentadas [22].

## 2.5 Metodología Experimental

### Elaboración de yogur

Los yogures fueron fabricados mezclando leche desnatada con leche en polvo para regular a 12 y 13 % sus ST (rango en el que trabaja la empresa Ecolac Cía. Ltda.) y edulcorante. Seguidamente se aplica un tratamiento térmico a 90° C x 10 min y posteriormente se enfría. Las mezclas se inocularon con el cultivo (1 % p/v) y se incubaron a 43 °C hasta llegar a un pH de 4.7, luego de lo cual se enfriaron (22 °C), se agitaron manualmente, se envasaron en bolsas plásticas de 1 Kg y se almacenaron a 4 °C.

### Elección de los niveles de sucralosa y Estevia

Se aplicó un diseño completamente aleatorio para establecer los niveles de edulcorante (sucralosa y estevia) para el estudio. La variable respuesta que se consideró para el efecto estuvo basada en una prueba de aceptación del yogur

(dulzura, color y apariencia, cuerpo y textura, sensación olfato gustativa y aceptación general), por diez jueces, usando una escala hedónica de nueve puntos. Los niveles de sucralosa y estevia probados fueron: 0.012, 0.013, 0.014, 0.015 %, y 0.075, 0.080, 0.085 y 0.090 %, respectivamente, usando como control yogur comercial preparado con leche de Loja, estandarizado al 12 % de sólidos totales y edulcorado con sacarosa al 10.6 % [4].

## 2.6 Análisis sensorial

### Selección del panel y entrenamiento

De entre un grupo de docentes y estudiantes de la Titulación de Industrias Agropecuarias de la Universidad Técnica Particular de Loja, se seleccionó nueve panelistas (seis mujeres y tres hombres, de entre 22 a 35 años de edad), en base a su habilidad para reconocer sabores básicos, a su experiencia y capacitación previas en evaluación sensorial. El entrenamiento para este estudio consistió en cinco sesiones [26, 36], en las que se establecieron 13 atributos (Tabla 1) [36, 39].

**Tabla 1.** Lista de atributos para el análisis descriptivo.

Descriptor	Atributos
Aspecto	Viscosidad
	Tonalidad
	Brillo
	Sinéresis
Olor	A establo
Sensación olfato gustativa durante degustación	Acidez
	Dulzor
	Astringencia
Sensación olfato gustativa después de la degustación	Residual a edulcorante
	Amargo
	Leche guardada
Textura oral	Viscosidad
	Harinosidad

### Preparación y evaluación de la muestra

Todas las muestras se sacaron de refrigeración media hora antes de empezar la sesión de evaluación. Se sirvió en un rango de temperatura entre 4 a 10°C. Cada yogur fue presentado en un vaso de plástico de 50 g identificado con código de tres dígitos. El orden de presentación de las muestras fue aleatorio. La evaluación se llevó a cabo en el Laboratorio de evaluación sensorial, los panelistas permanecieron separados y sentados, cada yogur lo evaluaron por triplicado, se facilitó agua para que se enjuaguen la boca entre muestras.

Se usó una escala bipolar lineal de 10 cm y se estableció con el panel la valoración óptima de cinco (mitad de la escala) para todos estos atributos.

## 2.7 Vida útil

Se almacenó producto a 4 °C y se tomó las muestras para su análisis después de 1, 7, 15, 21, 28 y 35 días después de

elaborado. Se realizaron los análisis fisicoquímicos: viscosidad, sinéresis, acidez y pH; sensoriales: apariencia, color, olor, consistencia y aceptabilidad general. Las pruebas microbiológicas de coliformes totales y, mohos y levaduras se aplicaron a las muestras en todas las fechas de control y las correspondientes a *E. coli* y *Staphylococcus aureus* únicamente el día uno.

## 2.8 Análisis estadístico

Se aplicó un diseño factorial  $2^3$  para investigar el efecto de la estandarización de sólidos totales (12 y 13 %), el tipo de edulcorante no calórico (sucralosa y estevia) y el lugar de proveniencia de la leche (ciudad de Loja y provincia de Zamora Chinchipe), sobre las propiedades físicas, químicas y sensoriales del yogur bajo en calorías.

Para determinar diferencias significativas en tiempo de vida útil y nivel de edulcorante, se usó un análisis de varianza (ANOVA) de una y dos vías, la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ( $p < 0.05$ ) y el software Minitab versión 16.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Características fisicoquímicas de la leche

Como se puede apreciar en la Tabla 2; la composición de sales minerales es estadísticamente mayor para la leche proveniente de Zamora, esto según lo explica Yildiz (2010) puede deberse a la presencia en la leche mastítica que genera un incremento de los niveles de sodio y potasio en la leche. Saa (2010) realizó un estudio epidemiológico en las fincas proveedoras de la empresa Ecolac, Cía. Ltda. y concluyó que la prevalencia de mastitis clínica es 14 % y subclínica 86 % [35].

Por otro lado, la leche proveniente de los sectores seleccionados para el estudio cumplió con la norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2008, "Leche cruda. Requisitos" [20], excepto la cantidad de sólidos no grasos presentes, encontrándose por debajo del mínimo exigido por dicha norma (8.2 %).

**Tabla 2.** Características físico químicas de la leche cruda descremada de Loja y Zamora Chinchipe

Característica	Proveniencia de la leche	
	Loja	Zamora
Grasa (%)	0.1 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.03 <sup>a</sup>
Densidad* (g/ml)	1.0309 ± 0.36 <sup>a</sup>	1.0309 ± 0.29 <sup>a</sup>
Sólidos no grasos (%)	7.9 ± 0.07 <sup>a</sup>	7.9 ± 0.06 <sup>a</sup>
Proteína (%)	2.90 ± 0.03 <sup>a</sup>	2.90 ± 0.02 <sup>a</sup>
Lactosa (%)	4.35 ± 0.04 <sup>a</sup>	4.38 ± 0.05 <sup>a</sup>
Sales minerales (%)	0.65 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.66 ± 0.01 <sup>b</sup>
Acidez (°D)	13.3 ± 0.49 <sup>a</sup>	13.6 ± 0.51 <sup>a</sup>
Aporte energético Kcal/200 ml	61.23 ± 2.36 <sup>a</sup>	62.25 ± 1.22 <sup>a</sup>

\*Densidad corregida a 20°C

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

Los datos se presentan como media ± desviación estándar (n=12)

### 3.2 Determinación de los niveles de edulcorante

#### 3.2.1 Sucralosa

El edulcorante sucralosa en el nivel 0.015 % resultó significativamente mayor en términos de percepción de dulzor (Tabla 3), que la puntuación obtenida por la muestra control. En cuanto a la sensación olfato gustativa, los niveles 0.013, 0.014, 0.015 % y el control no presentan diferencia estadística entre sí, aunque el nivel 0.015 % obtuvo en promedio una mayor puntuación sensorial que el resto de muestras. En cuanto al nivel 0.012 % presenta puntuaciones estadísticamente más bajas que 0.015 % para este atributo. Para los atributos, color y apariencia, cuerpo y textura, no se presentó diferencia estadística, aunque las puntuaciones más altas las tuvo el tratamiento control, esto puede deberse a que el azúcar (sacarosa) contribuye no solamente a edulcorar, sino que es responsable de las características de color a través de reacciones de Maillard y caramelización [4]. Por tanto, se elige el nivel de sucralosa 0.015 % para la preparación del yogur.

#### 3.2.2 Estevia

De la misma manera que para el caso del edulcorante sucralosa, en la Tabla 4 se puede observar los resultados de la prueba de evaluación sensorial para diferentes niveles de edulcorante estevia.

Los resultados revelaron que la percepción de dulzor en el yogur con edulcorante estevia fue estadísticamente igual ( $p > 0.05$ ) para todas las concentraciones estudiadas (0.075, 0.080, 0.085, 0.090 por ciento) incluyendo el tratamiento control.

En cuanto a color y apariencia, cuerpo y textura, éste no presentó diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre los niveles probados, pero si la manifestó respecto al tratamiento control el cual obtuvo los puntajes más altos. Corresponde a 0.09 % la valoración más alta entre los niveles de estevia de este estudio. Para los atributos, sensación olfato gustativa y aceptabilidad general, todos los niveles de estevia probados fueron iguales entre sí, pero estadísticamente menores ( $p < 0.05$ ) que el control. Por lo tanto, se decidió seleccionar para el estudio al nivel 0.09 % de estevia.

### 3.3 Elección de las mejores condiciones de elaboración de yogur bajo en calorías

Para elegir la combinación de factores que se usará en la elaboración de yogur se consideró su efecto sobre las características físicas, químicas y sensoriales, a continuación se presenta los resultados de la investigación.

#### 3.3.1 Efecto de los factores de estudio sobre las características fisicoquímicas del yogur

En la Tabla 5 se presentan los resultados del efecto de los tres factores de estudio (edulcorante, proveniencia de la leche y porcentaje de sólidos totales) en las características físicas y químicas de yogur.

a. *Tiempo requerido para alcanzar el pH (tpH)*

El tpH del yogur no se ve afectado significativamente ( $p > 0.05$ ) por los factores estudiados (ver Tabla 5), por lo que puede afirmarse que el crecimiento de los microorganismos del cultivo iniciador fue normal. Weber y Sharareh (2013) [41], estudiaron el efecto de varios edulcorantes sobre el crecimiento y la supervivencia de *L. rhamnosus* GR-1, comprobando que la adición de los glucósidos de esteviol son apropiados para incorporar en un yogur probiótico, ya que no

afectan el crecimiento de estos microorganismos y además se mantiene en un nivel funcional a los 28 días de almacenamiento. Pinheiro *et al.* (2002), citados por Pinheiro *et al.* (2005) [33], concluyeron que al estudiar el efecto de algunos edulcorantes (sacarosa, sacarosa + dextrosa, aspartame, aspartame + sacarina y sucralosa) sobre el proceso de elaboración de yogur, es posible obtenerlo exitosamente sin afectar la viabilidad de los microorganismos probióticos del cultivo.

Tabla 3. Optimización del nivel de sucralosa en yogur

Características	Nivel de Sucralosa (%)				
	0.012%	0.013%	0.014%	0.015%	Control
Dulzura	6.3 ± 1.36 <sup>ab</sup>	6.5 ± 0.96 <sup>ab</sup>	6.4 ± 0.88 <sup>ab</sup>	7.2 ± 0.82 <sup>a</sup>	6.0 ± 1.19 <sup>b</sup>
Color y apariencia	6.9 ± 1.51 <sup>a</sup>	7.0 ± 1.48 <sup>a</sup>	7.0 ± 1.00 <sup>a</sup>	7.0 ± 1.15 <sup>a</sup>	7.1 ± 1.05 <sup>a</sup>
Cuerpo y textura	6.1 ± 1.52 <sup>a</sup>	6.2 ± 1.94 <sup>a</sup>	6.2 ± 1.40 <sup>a</sup>	6.3 ± 1.67 <sup>a</sup>	6.5 ± 1.45 <sup>a</sup>
Sensación olfato gustativa	5.8 ± 1.60 <sup>a</sup>	6.4 ± 1.31 <sup>ab</sup>	6.3 ± 1.11 <sup>ab</sup>	6.9 ± 1.18 <sup>b</sup>	6.4 ± 1.06 <sup>ab</sup>
Aceptación general	6.1 ± 1.37 <sup>a</sup>	6.3 ± 1.36 <sup>a</sup>	6.1 ± 1.27 <sup>a</sup>	6.8 ± 0.92 <sup>a</sup>	6.3 ± 1.00 <sup>a</sup>

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los niveles de edulcorante  
Los datos se presentan como media ± desviación estándar (n = 10)

Tabla 4. Optimización del nivel de estevia en yogur

Características	Nivel de Estevia (%)				
	0.075%	0.080%	0.085%	0.090%	Control
Dulzura	5.9 ± 1.18 <sup>a</sup>	6.0 ± 1.35 <sup>a</sup>	6.0 ± 1.38 <sup>a</sup>	6.3 ± 1.44 <sup>a</sup>	6.7 ± 0.92 <sup>a</sup>
Color y apariencia	7.0 ± 1.47 <sup>ab</sup>	6.7 ± 1.58 <sup>b</sup>	6.9 ± 1.78 <sup>ab</sup>	7.1 ± 1.17 <sup>ab</sup>	7.3 ± 0.89 <sup>a</sup>
Cuerpo y textura	6.6 ± 1.52 <sup>ab</sup>	6.1 ± 1.68 <sup>b</sup>	6.4 ± 1.68 <sup>ab</sup>	6.8 ± 1.14 <sup>ab</sup>	6.9 ± 1.13 <sup>a</sup>
Sensación olfato gustativa	6.0 ± 1.35 <sup>a</sup>	5.7 ± 1.73 <sup>a</sup>	5.9 ± 1.56 <sup>a</sup>	6.1 ± 1.58 <sup>a</sup>	6.9 ± 0.91 <sup>b</sup>
Aceptabilidad general	5.8 ± 1.36 <sup>a</sup>	5.7 ± 1.43 <sup>a</sup>	5.8 ± 1.53 <sup>a</sup>	6.0 ± 1.46 <sup>a</sup>	6.8 ± 0.95 <sup>b</sup>

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los niveles de edulcorante  
Los datos se presentan como media ± desviación estándar (n = 10)

Tabla 5. Características fisicoquímicas de los yogures elaborados con la combinación de los factores de estudio

Factores de estudio			Características				
			Tiempo requerido para alcanzar el pH (minutos)	Acidez titulable (°D)	Viscosidad aparente (Cp)	Sinéresis (%)	Aporte energético Kcal/200 g)
Estevia	Loja	12% ST	193.3 ± 11.55 <sup>a</sup>	93.3 ± 6.11 <sup>a</sup>	9750 ± 4685 <sup>a</sup>	41.9 ± 8.09 <sup>a</sup>	93.9 ± 0.45 <sup>a</sup>
		13% ST	186.7 ± 11.55 <sup>a</sup>	96.7 ± 1.53 <sup>b</sup>	10171 ± 3035 <sup>b</sup>	31.7 ± 5.55 <sup>b</sup>	100.9 ± 1.65 <sup>b</sup>
	Zamora	12% ST	186.7 ± 11.55 <sup>a</sup>	92.7 ± 2.89 <sup>a</sup>	7369 ± 639 <sup>a</sup>	40.1 ± 11.29 <sup>a</sup>	93.6 ± 1.94 <sup>a</sup>
		13% ST	193.3 ± 11.55 <sup>a</sup>	94.3 ± 3.51 <sup>b</sup>	9299 ± 1843 <sup>b</sup>	25.4 ± 2.46 <sup>b</sup>	98.9 ± 1.39 <sup>b</sup>
Sucralosa	Loja	12% ST	188.3 ± 10.41 <sup>a</sup>	91.7 ± 2.08 <sup>a</sup>	7953 ± 591 <sup>a</sup>	41.9 ± 5.53 <sup>a</sup>	93.0 ± 1.03 <sup>a</sup>
		13% ST	180.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	97.3 ± 2.08 <sup>b</sup>	15061 ± 3473 <sup>b</sup>	22.8 ± 10.90 <sup>b</sup>	100.6 ± 0.56 <sup>b</sup>
	Zamora	12% ST	180.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	92.7 ± 2.52 <sup>a</sup>	10481 ± 622 <sup>a</sup>	34.4 ± 11.31 <sup>a</sup>	93.5 ± 1.86 <sup>a</sup>
		13% ST	186.7 ± 11.55 <sup>a</sup>	98.0 ± 5.29 <sup>b</sup>	11058 ± 2340 <sup>b</sup>	31.3 ± 3.18 <sup>b</sup>	98.9 ± 1.46 <sup>b</sup>

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las medias  
Los datos se presentan como media ± desviación estándar (n = 10)

b. *Acidez titulable*

El factor “sólidos totales” tuvo efecto sobre la acidez titulable del yogur, los tratamientos estandarizados al 12 % ST presentan valores significativamente menores ( $p < 0.05$ ) (92 a 94°D) comparados con los estandarizados al 13 % (94 a 98°D), esto puede deberse a que con el incremento del contenido de sólidos en leche para yogur como resultado de

una fortificación, también se crea un mayor efecto buffer debido a la acción amortiguadora de las proteínas adicionales, fosfatos, nitratos y lactatos, que requiere un desarrollo adicional de ácido por los cultivos iniciadores para lograr un pH normal en este tipo de productos [28, 42] . Salvador y Fiszman (2004) [37] reportaron una acidez de entre 0.82 a 1.15 % de ácido láctico para yogures elaborados con leche desnatada.

### c. Viscosidad aparente

El “tipo de edulcorante y la proveniencia de la leche”, no afectaron significativamente las medidas de viscosidad ( $p > 0.05$ ), pero si lo hizo el factor sólidos totales (ST). Yogures estandarizados a 13 % tienen una viscosidad aparente significativamente más alta (9000 a 15000 cP) que los regulados al 12 % (7300 a 10500 cP), este efecto puede deberse al aumento de proteínas de la que hace más densa la red del gel [1], según lo explica Lee y Lucey (2010) [28] y Yildiz (2010) [42]. Haque y Ji (2003) [17], por su parte, reportaron viscosidades aparentes de 2000 a 5000 cP para yogur ajustado con proteínas de suero obtenidas del procesamiento de queso cheddar.

Por otro lado, Isleten y Karagul-Yuceer (2006) [23] encontraron que al agregar caseinato de sodio y un mejorador de textura sobre yogur, se obtuvo viscosidades de 7363 y 7120 cP, respectivamente, superiores a las reportadas para el tratamiento control (leche en polvo desnatada) 5243 cP, además, estos ingredientes secos mejoraron las propiedades sensoriales de yogur.

### d. Sinéresis

La estandarización de los sólidos no grasos afectó significativamente la medida de sinéresis ( $p < 0.05$ ) del yogur, correspondiendo al regulado al 13 % ST los valores más bajos (Tabla 5). Lee y Lucey (2010) [28], indican que la sinéresis es un defecto del yogur que se previene usando estabilizantes o incrementando el contenido de sólidos totales de la leche que se destina para su producción.

### e. Aporte energético

Los factores “tipo de edulcorante y proveniencia de la leche”, no afectaron significativamente las medidas de aporte energético ( $p > 0.05$ ), sin embargo, se encontró que la regulación de sólidos totales de la leche de partida (12 y 13 %) tuvo efecto sobre esta variable. Yogures estandarizados al 12 % ST tienen un aporte energético significativamente menor (93.5 Kcal/200g) que los llevados al 13 % (99.83 Kcal/200 g). Esto se debe a la relación directamente proporcional existente entre cantidad de leche en polvo desnatada usada para la regulación y los constituyentes principales que la acompañan y que aportan energía (lactosa y proteína).

En el presente estudio, los tratamientos con 12 % ST presentaron la mayor disminución del aporte energético ( $> 50\%$ ), considerando como referencia comercial un yogur entero (3 % de grasa), edulcorado con sacarosa (13 %) que aporta en promedio 190 kilocalorías por porción de 200 gramos.

### 3.3.2 Efecto de los factores de estudio sobre las características sensoriales del yogur

Únicamente el atributo dulzor, se vio afectado significativamente ( $p < 0.05$ ) por el “tipo de edulcorante”, resultando la sucralosa como el que mejoraba esta característica en el yogur (ver Tabla 6a), los jueces calificaron con un promedio muy cercano al óptimo establecido (5.08). Un resultado similar obtuvieron Weber y Sharareh (2013) [41], los cuales evaluaron el efecto de diversos agentes edulcorantes (0.12 % estevia, 0.12 % estevia- inulina-cromo (SIC), 0.1 % sucralosa y 5.0 % de sacarosa), sobre las propiedades sensoriales de yogur probiótico (sabor, apariencia, dulzura, textura y apariencia), en ésta se encontró que la muestra con sucralosa se prefirió de manera significativa para las cinco características estudiadas, seguida por la muestra de sacarosa que gustó significativamente más que estevia y SIC, para todas las características excepto sabor.

El edulcorante estevia puede impartir algunas características de amargura y un sabor residual indeseable a los productos [13], lo que evidentemente limita las cantidades a dosificar y su correspondiente grado de dulzor, sin embargo, esta desventaja ha impulsado la investigación en laboratorios de desarrollo e innovación de las industrias que buscan encontrar un edulcorante con mejor equilibrio de dulzura y buen gusto [18]. Pinheiro *et al.* (2005) [33] manifiestan que entre todos los edulcorantes, la sucralosa es el único que no presenta ninguna desventaja, tiene un perfil tiempo-intensidad de alta calidad, bastante similar a los de sacarosa y aspartame.

La dulzura percibida es rápida, persiste durante un período ligeramente más largo que el de la sacarosa, y no presenta ningún sabor amargo o retrogusto metálico.

“El contenido de sólidos totales (% ST)” también afecta significativamente a la textura oral (viscosidad percibida en la boca), resultando el yogur estandarizado al 12 %, como el que se acercaba más al óptimo (5.2).

### 3.3.3 Elección del mejor tratamiento

Considerando la relación entre la viscosidad aparente y la sensorial, el nivel de dulzor alcanzado, el menor aporte calórico por porción y la facilidad para la provisión de leche, el tratamiento elegido correspondió al yogur elaborado con leche de Loja o Zamora Chinchipe, estandarizarlo al 12 % ST y edulcorado con sucralosa.

**Tabla 6a.** Características sensoriales de los yogures elaborados con la combinación de los factores de estudio

Descriptor			Aspecto				Olfato gustativa durante de la degustación		
Atributo			Viscosidad	Tonalidad	Brillo	Sinéresis	Acidez	Dulzor	Astringencia
Estevia	Loja	12 % ST	5.1±0.86 <sub>a</sub>	4.2±0.41 <sup>a</sup>	4.6±0.30 <sup>a</sup>	4.1±0.54 <sup>a</sup>	4.8±0.57 <sup>a</sup>	3.9±0.21 <sup>a</sup>	4.8±0.21 <sup>a</sup>
		13 % ST	5.0±0.28 <sub>a</sub>	4.9±0.31 <sup>a</sup>	4.5±0.35 <sup>a</sup>	4.1±0.22 <sup>a</sup>	5.1±0.75 <sup>a</sup>	4.0±0.24 <sup>a</sup>	5.3±0.11 <sup>a</sup>
	Zamora	12 % ST	4.2±0.66 <sub>a</sub>	4.2±0.27 <sup>a</sup>	4.8±0.19 <sup>a</sup>	4.1±0.51 <sup>a</sup>	4.7±0.40 <sup>a</sup>	3.8±0.67 <sup>a</sup>	4.6±0.37 <sup>a</sup>
		13 % ST	4.8±0.45 <sub>a</sub>	4.1±0.20 <sup>a</sup>	4.5±0.19 <sup>a</sup>	4.1±0.37 <sup>a</sup>	4.6±0.32 <sup>a</sup>	3.9±0.10 <sup>a</sup>	4.6±0.62 <sup>a</sup>
Sucralosa	Loja	12 % ST	4.7±0.37 <sub>a</sub>	4.3±0.27 <sup>a</sup>	4.5±0.57 <sup>a</sup>	4.1±0.22 <sup>a</sup>	4.5±0.49 <sup>a</sup>	5.2±0.66 <sup>a</sup>	4.5±0.35 <sup>a</sup>
		13 % ST	5.6±0.27 <sub>a</sub>	4.3±0.41 <sup>a</sup>	4.5±0.23 <sup>a</sup>	4.1±0.76 <sup>a</sup>	4.9±0.26 <sup>a</sup>	5.5±1.12 <sup>a</sup>	4.5±0.62 <sup>a</sup>
	Zamora	12 % ST	5.1±0.64 <sub>a</sub>	4.5±0.28 <sup>a</sup>	4.4±0.14 <sup>a</sup>	5.1±0.32 <sup>a</sup>	4.9±0.74 <sup>a</sup>	5.2±1.01 <sup>a</sup>	4.6±0.16 <sup>a</sup>
		13 % ST	4.9±0.48 <sub>a</sub>	4.3±0.50 <sup>a</sup>	5.0±0.33 <sup>a</sup>	4.1±0.31 <sup>a</sup>	5.0±0.85 <sup>a</sup>	4.4±0.56 <sup>a</sup>	4.5±0.57 <sup>a</sup>

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las medias

**Tabla 6b.** Características sensoriales de los yogures elaborados con la combinación de los factores de estudio

Descriptor			Olfato gustativa después de la degustación			Olor	Textura Oral	
Atributo			Residual a edulcorante	Amargo	Leche guardada	A establo	Viscosidad	Harinosidad
Estevia	Loja	12 % ST	5.0±0.48 <sup>a</sup>	4.8±0.21 <sup>a</sup>	4.9±0.30 <sup>a</sup>	4.1±0.36 <sup>a</sup>	5.5±0.59 <sup>a</sup>	5.1±0.08 <sup>a</sup>
		13 % ST	5.3±0.73 <sup>a</sup>	4.8±0.36 <sup>a</sup>	4.6±0.35 <sup>a</sup>	4.1±0.14 <sup>a</sup>	5.9±0.07 <sup>a</sup>	5.1±0.47 <sup>a</sup>
	Zamora	12 % ST	5.0±0.56 <sup>a</sup>	4.9±0.31 <sup>a</sup>	4.5±0.19 <sup>a</sup>	4.1±0.36 <sup>a</sup>	4.8±0.64 <sup>a</sup>	4.9±0.17 <sup>a</sup>
		13 % ST	5.4±0.14 <sup>a</sup>	4.8±0.30 <sup>a</sup>	4.7±0.19 <sup>a</sup>	4.1±0.11 <sup>a</sup>	5.1±0.58 <sup>a</sup>	5.2±0.29 <sup>a</sup>
Sucralosa	Loja	12 % ST	5.3±0.45 <sup>a</sup>	4.5±0.26 <sup>a</sup>	4.8±0.57 <sup>a</sup>	4.1±0.77 <sup>a</sup>	4.7±0.41 <sup>a</sup>	4.8±0.63 <sup>a</sup>
		13 % ST	4.8±0.67 <sup>a</sup>	4.9±0.06 <sup>a</sup>	4.8±0.23 <sup>a</sup>	4.1±0.09 <sup>a</sup>	6.1±0.43 <sup>a</sup>	5.0±0.47 <sup>a</sup>
	Zamora	12 % ST	5.1±0.59 <sup>a</sup>	4.3±0.21 <sup>a</sup>	4.5±0.14 <sup>a</sup>	5.1±0.42 <sup>a</sup>	5.7±0.47 <sup>a</sup>	4.8±0.54 <sup>a</sup>
		12 % ST	4.6±0.28 <sup>a</sup>	4.9±0.30 <sup>a</sup>	4.8±0.33 <sup>a</sup>	4.1±0.71 <sup>a</sup>	5.5±0.30 <sup>a</sup>	5.1±0.18 <sup>a</sup>

Las letras a y b indican que existe diferencia significativa entre las medias a  $p < 0.05$

### 3.3.4 Determinación de la vida útil del producto

#### a. Análisis fisicoquímicos

Como puede observarse en la Fig. 1, el tiempo de almacenamiento afectó significativamente ( $p < 0.05$ ) la viscosidad aparente del yogur. Esta característica decreció durante los primeros siete días de almacenamiento, no manifestó diferencia estadística entre los días 14 al 28 y se verificó una disminución al día 35.

Por su parte, la sinéresis del yogur (ver Fig. 2) aumenta significativamente ( $p < 0.05$ ) durante todo el período de almacenamiento. Entre los días 21 y 35 presentaron los valores más altos, Jicheng *et al.* (2010) [24] y Farooq y Haque (1992) [11], encontraron que la cantidad de sinéresis de yogur aumentó durante 14 días de almacenamiento. Salvador y Fiszman, (2004) [37], reportaron que los valores de sinéresis para yogures almacenados en tres temperaturas diferentes (10, 20, y 30 °C) presentan un aumento

significativo, que fue más evidente durante los primeros días de almacenamiento. Además, encontraron que las muestras que se almacenaron a 30 °C, tienen un grado mucho mayor de sinéresis en los dos tipos de yogur estudiados (enteros y desnatados). Aryana y McGrew (2007) [5], reportaron un aumento constante en la sinéresis en todos los tratamientos de yogur estudiados a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento.

La acidez se mantuvo entre 86 y 95 °D para los días 1 y 35 respectivamente (Fig. 3), fue afectada significativamente ( $p < 0.05$ ) por el tiempo de almacenamiento, observándose los valores más altos a partir del día 28 (94.5 °D o 0.945 % de ácido láctico). Tales diferencias relacionadas con el almacenamiento implican actividad del cultivo vivo y es un fenómeno esperado [17].

El pH, por su parte, durante el período de estudio alcanzó valores que se ubicaron entre 4.6 a 5.0. Al observar la Fig. 4 se puede notar que esta característica decreció con el tiempo

en almacenamiento encontrándose que la primera semana presenta valores significativamente más altos ( $p < 0.05$ ) que la segunda y ésta a su vez mayores ( $p < 0.05$ ) que el resto de semanas en las que se llevó a cabo el estudio.

Al igual que lo reportado por Farooq y Haque (1992) [10], en el presente estudio el decrecimiento del pH no afectó marcadamente las características sensoriales del yogur.

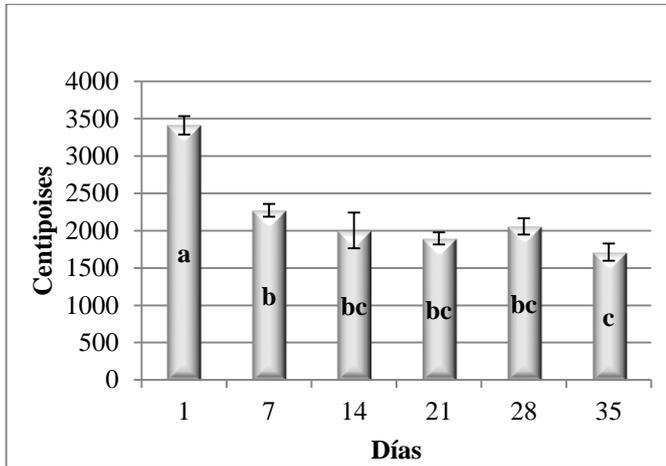


Figura 1. Viscosidad de yogur durante el almacenamiento

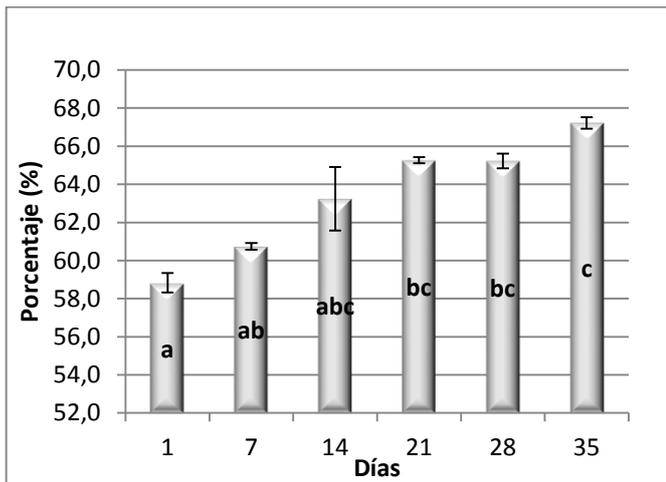


Figura 2. Sinéresis de yogur durante el almacenamiento

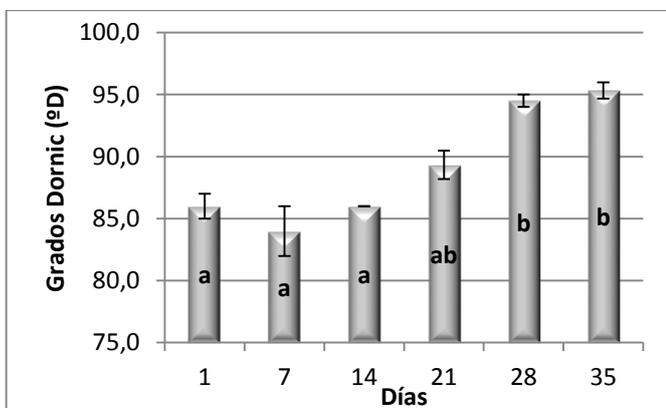


Figura 3. Acidez titulable de yogur durante almacenamiento

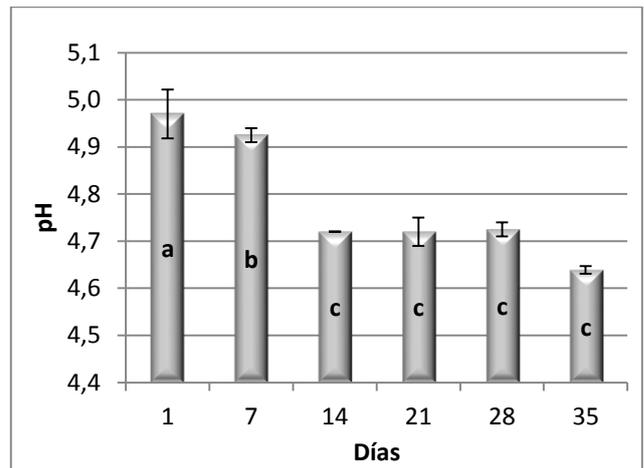


Figura 4. pH de yogur durante el almacenamiento

b. Evaluación sensorial

Para todas las características sensoriales estudiadas del yogur, los jueces no percibieron cambios significativos hasta el día que duró el estudio de almacenamiento y los puntajes correspondieron a las características sensoriales “me gusta mucho” a “me gusta poco”.

c. Análisis microbiológico.

En lo concerniente a la calidad y desarrollo microbiológico del yogur evaluado, no hubo presencia de microorganismos patógenos (*E.coli* y *S. aureus*), mohos y levaduras durante todo el período de evaluación del producto, demostrando que en el proceso de elaboración se cumplieron las normas básicas de higiene [35].

4. CONCLUSIONES

En este estudio se ha demostrado que leche proveniente de Loja o Zamora Chinchipe son adecuadas para producir yogur bajo en calorías y no afectan sus características fisicoquímicas y sensoriales. Al mismo tiempo, una mayor proporción de sólidos totales en la formulación presentó yogures con menor sinéresis, mayor acidez y viscosidad, pero con un mayor aporte energético por porción y negativamente afectada la viscosidad percibida en la boca. La sucralosa fue el edulcorante que mejoró las características sensoriales del yogur, sobre todo en lo relacionado con el atributo dulzor. Así mismo, el producto presenta una estabilidad normal almacenado en condiciones de refrigeración a 4 °C.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a ECOLAC Cía. Ltda. (Ecuador) por el aporte financiero y la provisión de la materia prima.

## REFERENCIAS

- [1] Abd, E.-K. (2009). Production and Evaluation of a High Protein Version of Non-fat Yogurt. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(4), 310-316.
- [2] ADA. (2006). Facts About Sucralose. In, vol. 2010.
- [3] Alvear, G. (2010). *Estudio de factibilidad para el procesamiento y comercialización de yogurt en Pedro Vicente Maldonado-Pichincha*. San Francisco de Quito, Quito.
- [4] Arora, S., Gawande, H., Sharma, V., Wadhwa, B. K., George, V., Sharma, G., & Singh, A. K. (2009). The development of *burfi* sweetened with aspartame. *International Journal of Dairy Technology*, 63(1), 127-135.
- [5] Aryana, K. J., & McGrew, P. (2007). Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics. *LWT - Food Science and Technology*, 40(10), 1808-1814.
- [6] Diario Hoy, E. (2009). Alimentos light ganan terreno luego de seis meses. In). Quito, EC: Diario Hoy.
- [7] Duarte, C., & Hickmann, F. (2007). The Influence of additives on the rheological and sensory properties of nonfat yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, 60(4), 270-276.
- [8] FAO. (1997). *Guidelines for use of nutrition and health claims*. Suiza: Codex Alimentarius.
- [9] Farooq, K., & Haque, Z. (1992). Effect of Sugar Esters on the Textural Properties of Nonfat Low Calorie Yogurt. *Dairy science*, 75, 2676-2680.
- [10] Farooq, K., & Haque, Z. (1997). Effect of Acylated Proteins on Textural Properties of Nonfat Low Calorie Set Yogurt and Lowfat Ice Cream. *Food Science and Technology*, 3(3), 274-278.
- [11] FDA. (1999). *Food Additives Permitted for Direct Addition to Food for Human Consumption* (Vol. 2010). USA: Federal Register.
- [12] Fitch, C., Morgantown, W., & Keim, K. (2012). Use of Nutritive and Nonnutritive Sweeteners. *Academy of Nutrition and Dietetics*, 112(5), 739-758.
- [13] Fresco, E. (2009). Análisis del contexto y proyección de la lechería a nivel mundial y de la región. In *Foro del Sector Lechero Ecuatoriano*, (pp. 33). Quito.
- [14] Granotec. (2010). Ficha Técnica Granosweet sweta (estevia: esteviosidos naturales). In Granotec (Ed.). Guayaquil.
- [15] Haque, Z., & Aryana, K. (2002). Effect of Sweeteners on the Microstructure of Yogurt. *Food Science and Technology*, 8(1), 21-23.
- [16] Haque, Z., & Ji, T. (2003). Cheddar whey processing and source: II. Effect on non-fat ice cream and yoghurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 463-473.
- [17] Harnish, D. (2012). Leveraging Sweetening Expertise to Realize Stevia's Full Potential on Taste. In): Dr. Harnish.
- [18] Horwitz, W., & Latimer, G. (2005). Official Methods of Analysis. Microbiological Methods. WH Andrews;TS Hammack. . In 18 ed. ed., (pp. Ch. 17. p. 11-244). Maryland, USA. AOAC International.
- [19] INEN. (2008). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2008. Leche cruda. Requisitos. In 4. ed ed., (pp. 5 p). Quito-Ecuador.
- [20] INEN. (2011a). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-3. Rotulado de Productos Alimenticios Para Consumo Humano. Parte 3. Requisitos Para Declaraciones Nutricionales y Declaraciones Saludables. In, (pp. 17 p). Quito-Ecuador.
- [21] INEN. (2011b). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011. Leches Fermentadas. Requisitos. In 2. ed ed., (pp. 10 p). Quito-Ecuador.
- [22] Isleten, M., & Karagul-Yuceer, Y. (2006). Effects of Dried Dairy Ingredients on Physical and Sensory Properties of Nonfat Yogurt. *Dairy science*, 89(8), 2865-2872.
- [23] Jicheng, W., Zhuang, G. U. O., Qing, Z., Liya, Y. A. N., Yongfu, C., Xia, C., Xiao-Ming, L. I. U., Wei, C., & He-Ping, Z. (2010). Effect of probiotic *Lactobacillus casei* Zhang on fermentation characteristics of set yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, 63(1), 105-112.
- [24] Keating, K., & White, C. (1990). Effect of Alternative Sweeteners in Plain and Fruit-Flavored Yogurts. *Dairy science*, 73, 54-62.
- [25] King, S. C., Lawler, P. J., & Adams, J. K. (2000). Effect of Aspartame and Fat on Sweetness Perception in Yogurt. *Journal of Food Science*, 65(6), 1056-1059.
- [26] Kroger, M., Meister, K., & Kava, R. (2006). Low-calorie Sweeteners and Other Sugar Substitutes: A Review of the Safety Issues. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5(2), 35-47.
- [27] Lee, W. J., & Lucey, J. A. (2010). Formation and Physical Properties of Yogurt. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 23(9), 1127-1136.
- [28] Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., & Ah-Hen, K. (2012). Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132(3), 1121-1132.
- [29] McGregor, J., & White, C. (1986). Effect of Sweeteners on the Quality and Acceptability of Yogurt. *Dairy science*, 69, 698-703.
- [30] Owen, F. (2000). *Química de los Alimentos* (Segunda ed.). Zaragoza: Acribia.
- [31] Padilla, A. (2011). El rol de los lácteos en las nuevas tendencias del retail. In). Valdivia-Chile: Zenith International Ltd.
- [32] Pinheiro, M., Oliveira, M., Penna, A., & Tamime, A. (2005). The effect of different sweeteners in low-calorie yogurts-a review. *International Journal of Dairy Technology*, 58(4), 193-199.
- [33] Purtschert, N. (2009). La Industria Láctea en el Ecuador y sus Perspectivas de Inclusión Económica y Sustentabilidad. In C. d. I. L. (CIL) (Ed.), *Foro del sector lechero ecuatoriano*. Quito.
- [34] Ray, B., & Bhunia, A. (2008). *Fundamentos de microbiología de los alimentos* (4ta ed.). México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- [35] Saa, Luis. (2010). Estudio de las principales infecciosas en ganado bovino en la Provincia de Zamora Chinchipe en las fincas proveedoras a la planta de Lácteos Ecolac, durante el periodo Noviembre 2009-Marzo 2010 (pp. 15). Loja: Universidad Técnica Particular de Loja
- [36] Saint-Eve, A., Lévy, C., Le Moigne, M., Ducruet, V., & Souchon, I. (2008). Quality changes in yogurt during storage in different packaging materials. *Food Chemistry*, 110(2), 285-293.
- [37] Salvador, A., & Fiszman, S. M. (2004). Textural and Sensory Characteristics of Whole and Skimmed Flavored Set-Type Yogurt During Long Storage. *Journal of Dairy Science*, 87(12), 4033-4041.
- [38] Sandrou, D. K., & Arvanitoyannis, I. S. (2000). Low-Fat/Calorie Foods: Current State and Perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(5), 427-447.
- [39] Santana, L., Santos, L., Natalicio, M., Mondragon-Bernal, O., Elias, E., Silva, C., Zepka, L., Isabela, M., Vernaza, M., Castillero-Pizarro, C., & Bolini, H. (2006). Perfil Sensorial de Iogurte Light, Sabor Pêssego. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 26(3), 619-625.
- [40] Tamime, A., & Robinson, R. (1991). *Yogurt: Ciencia y Tecnología*. Zaragoza: Acribia.
- [41] Weber, A., & Sharareh, H. (2013). The effect of *Stevia rebaudiana* on the growth and survival of *Lactobacillus rhamnosus* GR-1 and Sensory Properties of Probiotic Yogurt. *Food Research*, 2(2), 136-143.
- [42] Yildiz, F. (2010). Development and manufacture of yogurt and other functional dairy products. Florida: CRC Press.