

**EVALUACION DE LA UTILIZACION DE STEVIA EN YOGURT**

**ELIZABETH GALVIS LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
PROGRAMA INTERFACULTADES  
DE ESPECIALIZACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS  
BOGOTÁ D.C.  
2009**

**EVALUACION DE LA UTILIZACION DE STEVIA EN YOGURT**

**ELIZABETH GALVIS LÓPEZ**

**Trabajo final para optar al título de:  
Especialista en ciencia y tecnología de alimentos**

**Directora**

**NORMA CONSTANZA LÓPEZ ORTIZ  
Química Farmacéutica; M.Sc. en Química.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
PROGRAMA INTERFACULTADES  
DE ESPECIALIZACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS  
BOGOTÁ D.C.  
2009**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Director**

---

---

---

---

**Bogotá D.C.** \_\_\_\_\_

*Dedico la realización de este trabajo  
principalmente a Dios, a mi familia y  
a todas las personas que con amor me  
brindaron su apoyo incondicional.*

*Elizabeth Galvis L*

## AGRADECIMIENTOS

La autora expresa sus agradecimientos a:

Norma Constanza López Ortiz, Química Farmacéutica; M.Sc. en Química., por la dirección y colaboración prestada para la realización de este proyecto y por su amable atención.

Carlos Fernando Novoa Castro, Zootecnista, Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos, MSc. Director ICTA Universidad Nacional de Colombia. Por sus grandes aportes a este trabajo final.

Luis Felipe Gutiérrez, Ingeniero Agrícola, MSc. en Ciencia y Tecnología de la Leche, Profesor ICTA Universidad Nacional de Colombia., por sus aportes al trabajo realizado.

Integrantes del panel de catación del Icta, por su colaboración en la realización de las pruebas sensoriales.

Jairo Hernando Moreno Orjuela, Ingeniero de alimentos y Coordinador Planta de leches, por su colaboración en el desarrollo de este trabajo y suministro de documentos y equipos al respecto.

Pasantes de la planta de leches: Hugo Antonio Parada Sánchez y Carolina Parra, por su disponibilidad, accesibilidad y amabilidad para la utilización de los equipos de medición, elaboración y conocimientos en el proceso, de gran ayuda para la realización del proyecto.

Todas las personas que de alguna u otra forma colaboraron con sus conocimientos acerca del proceso, y brindaron apoyo para la realización de este proyecto.

## **CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	2
2. ASPECTO TEÓRICO	2
2.1 HISTORIA DE LA FABRICACIÓN DEL YOGURT	2
2.2 MATERIAS PRIMAS	2
2.2.1 Leche	2
2.2.2 Cultivos	2
2.2.2.1 Probióticos	2
2.2.3 Edulcorantes	3
3. MATERIALES Y MÉTODOS	3
3.1 LOCALIZACIÓN	3
3.2 MATERIALES	3
3.2.1 Leche	3
3.2.2 Cultivos	3
3.2.3 Edulcorantes	3
3.3 ELABORACIÓN DEL YOGURT	4
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	5
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	5
3.6 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA	5
3.7 DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS	6
3.8 ANÁLISIS SENSORIAL	6

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
4.1 ANALISIS FISICOQUIMICOS	7
4.2 DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS	12
4.3 ANÁLISIS SENSORIAL	13
5. CONCLUSIONES	15
6. BIBLIOGRAFÍA	16
ANEXOS	19
GLOSARIO	226

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Diseño experimental	5
Tabla 2. Caracterización fisicoquímica	6
Tabla 3. Resultados de la experimentación	7
Tabla 4. Resultados obtenidos del estudio reológico hecho al yogurt	9
Tabla 5. Cuantificación de ácidos grasos	12
Tabla 6. Análisis de Rangos de las calificaciones del Análisis Sensorial	13
Tabla 7. Estadísticos de contraste	14
Tabla 8. Rangos promedio de las calificaciones obtenidas de las características evaluadas (color, aroma y sabor, acidez y textura) y significancia estadística	14

## LISTA DE GRÁFICAS

	<b>Pág.</b>
Gráfica 1. Esfuerzo de corte (Pa) contra gradiente de velocidad (1/s) ascendiendo	8
Gráfica 2. Esfuerzo de corte (Pa) contra gradiente de velocidad (1/s) descendiendo	9
Gráfica 3. Efecto del endulzante en el contenido de calorías del yogurt	10
Gráfica 4. Efecto de la estevia sobre los carbohidratos	10
Gráfica 5. Efecto de la estevia en la humedad del yogurt	11
Gráfica 6. Perfil de ácidos grasos encontrados en el yogurt	12
Gráfica 7. Efecto del tratamiento 4 sobre el ácido graso cisdiezpentadecenoico	13

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Ficha técnica YO-MIX ® 205 LYO 250 DCU	19
Anexo 2. Ficha técnica estevia	23

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia que tiene la adición de los edulcorantes estevia y/o sacarosa en la elaboración de yogurt, y la influencia que tiene la adición de cultivo probiótico en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogurt.

Para tal fin se hizo un diseño de experimentos con un arreglo factorial de 2\*3, dos cultivos: cultivo iniciador y cultivo iniciador con probiótico. Para hacer la inoculación de la leche se usó como cultivo iniciador el YO-MIX® 205 LYO 250 DCU, el cual está compuesto por *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis* y como cultivo probiótico el HOWARU® Bifido. Los edulcorantes usados fueron: estevia, sacarosa y estevia-sacarosa.

Para estos tratamientos se determinaron una serie de análisis que incluyen: pH, acidez titulable, grasa, proteína, viscosidad aparente, ácidos grasos, sólidos totales y un análisis sensorial con un panel entrenado para tal fin.

Los resultados obtenidos señalan, que es factible elaborar un yogurt adicionando estevia con iguales características fisicoquímicas al endulzado tradicionalmente con sacarosa y reducir en un 11,57% el aporte calórico de este alimento. La edulcoración con estevia-sacarosa, produjo mejor calidad sensorial en cuanto al aroma y sabor del yogurt.

En cuanto a la adición de probiótico, no hubo ninguna diferencia que afectara alguna de las características sensoriales estudiadas en cuanto a color, aroma y sabor, acidez y textura.

La utilización del extracto de estevia en polvo, representa una alternativa como edulcorante en el yogurt, que ofrece beneficios como la disminución en la ingesta de calorías.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of the addition of sweeteners estevia and / or sucrose in the preparation of yogurt, and the influence of the addition of probiotic culture in physicochemical and sensory properties of yogurt. To this end was a design of experiments with a factorial arrangement of 2 \* 3, two crops: starter culture and a probiotic starter culture inoculation to make milk starter culture was used as the I-MIX ® 205 LYO 250 DCU which is composed of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis* and a probiotic culture the HOWARU ® Bifido. The sweeteners used were estevia, estevia-sucrose and sucrose. For these treatments identified a number of analysis include: pH, acidity, fat, protein, apparent viscosity, fatty acids, total solids and sensory analysis with a panel trained for this purpose. The results showed that it is feasible to develop a estevia adding yogurt with similar physicochemical characteristics to the traditionally sweetened with sucrose and 11.57% reduction in caloric intake of this food. The estevia-sweetened with sucrose, produced better sensory quality in terms of aroma and flavor of yogurt. As for the addition of probiotic, there were no differences which affected some sensory characteristics studied in color, aroma and flavor, acidity and texture. The use of estevia extract powder, as an alternative sweetener in yogurt, offering benefits such as decreased caloric intake.

## INTRODUCCIÓN

Los productos lácteos son alimentos con excelentes cualidades nutritivas, esenciales para la salud en todas las etapas de la vida, juegan un papel tan importante en el mundo actual que dejar de consumirlos traería implicaciones serias en la nutrición y por lo tanto en el desarrollo integral del ser humano.

Actualmente el consumo de productos bajos en calorías tiene la misma importancia como la tiene el consumo de un alimento común, estos tipos de alimentos se consumen cada vez mas ya sea por seguir una dieta baja en calorías que no incluyan edulcorantes artificiales, por problemas de salud serios como la diabetes y enfermedades que tengan que ver con el exceso de azúcar o por solo tener la posibilidad de ingerir calorías de forma inteligente y placentera sin remordimientos posteriores. Por este hecho se le da la importancia al uso de edulcorantes bajos en calorías en este tipo de productos dietéticos o "light".

Los edulcorantes bajos en calorías brindan una gran satisfacción a las personas preocupadas por su peso y el consumo de calorías diarias, ya que se pueden consumir estos alimentos sin provocar una cantidad de calorías extra. La gran ventaja que tiene el consumo de estos productos, es que ahorran calorías para perder peso o ayudan a mantener el peso como parte de un modo de vida saludable y en forma.

Una opción para hacer un producto bajo en calorías, sin efectos colaterales para la salud y que satisfaga las necesidades del consumidor es la estevia, una planta que posee un poder edulcorante de casi trescientas veces más que el azúcar.

Este trabajo tuvo como fin determinar la influencia de la utilización total y parcial de estevia en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogurt, para esto, se determinó: pH, acidez, viscosidad, composición proximal y se realizó el análisis sensorial descriptivo con panelistas entrenados.

Además se determinó el perfil de ácidos grasos del yogurt, para observar el efecto de la adición del cultivo probiótico.

Este tipo de productos pueden ser una opción tanto para los consumidores que llevan una dieta estricta en calorías como para las personas que sufren de diabetes o problemas de azúcar en algunos casos.

## 1. OBJETIVOS

Determinar la influencia de la utilización total y parcial de estevia en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogurt.

Estudiar la influencia que tiene la utilización de estevia en las principales características fisicoquímicas (pH, acidez, viscosidad), composicionales y sensoriales del yogurt.

Estudiar la influencia de la adición de cultivo probiótico en las propiedades fisicoquímicas del yogurt.

## 2. ASPECTO TEÓRICO

### 2.1 HISTORIA DE LA FABRICACIÓN DEL YOGURT

Según las fuentes históricas, el yogurt tuvo su origen en el medio oriente hace muchos siglos; sin embargo, los productos a los que se refieren en esa época son en realidad varias leches fermentadas en forma empírica, con la participación de los microorganismos presentes en la leche y en el medio, pues –como se recordará- el descubrimiento de los microorganismos y sus características se llevó a cabo a finales del siglo XVII y su utilidad y sus funciones se detectaron y desarrollaron en el siglo XIX.

Desde sus orígenes, las leches fermentadas han sido ingeridas por sus propiedades medicinales para el alivio de trastornos estomacales, medicinales y del hígado. Durante la primera mitad del siglo XX, un bacteriólogo ruso, de apellido Mechnikof relaciono la buena salud y la longevidad de los campesinos de los Balcanes con el consumo de un producto fermentado a partir de leche al cual le llamaban *Yahourth*. Por este motivo, se considera que las leches fermentadas fueron las precursoras de lo que hoy se conoce como yogurt. (Hernández)

### 2.2 MATERIAS PRIMAS

**2.2.1 Leche.** La leche es un líquido secretado por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, tras el nacimiento de la cría. Es un líquido de composición compleja, blanco y opaco, de sabor dulce y reacción iónica (pH) próxima a la neutralidad. (Charles, et al)

**2.2.2 Cultivos.** Los microorganismos encargados de convertir la leche en yogurt (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) son bacterias grampositivas y producen ácido láctico como metabolito principal (son homofermentativas). Estos microorganismos crecen en forma óptima en un intervalo de temperatura entre los 40 y 45°C, su metabolismo se detiene a temperaturas por debajo de los 10°C. (Hernández)

**2.2.2.1 Probióticos.** Son bacterias de origen humano, sobreviven a su paso a través del intestino y su uso es seguro en cantidades elevadas. (Floch)

**2.2.3 Edulcorantes.** La Estevia rebaudiana Bertoni es una planta herbácea originaria del nordeste paraguayo en la región de la Cordillera de Amambay. Su cultivo se ha extendido hasta el sur de Brasil y el nordeste y noroeste argentinos. En la actualidad los principales productores son: Japón, China Taiwán, Tailandia Corea, Brasil, Malasia y Paraguay. (Gutiérrez)

Algunos de los efectos benéficos de la Estevia incluyen: no afecta los niveles de azúcar sanguíneo, por el contrario, estudios han demostrado sus propiedades hipoglucémicas, mejora la tolerancia a la glucosa y es por eso que es recomendado para los pacientes diabéticos. Además de esto posee actividad antibiótica, especialmente contra las bacterias *E. coli*, *staphylococcus aureus*, y *corynebacterium difteriae* así como también contra el hongo *Cándida albicans*. (López, et al)

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

Tanto el proceso de elaboración del yogurt como todos los análisis se llevaron a cabo en las instalaciones del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Nacional de Colombia.

#### 3.2 MATERIALES

**3.2.1 Leche.** Se utilizó leche fresca cruda proveniente del hato (de raza Normanda), de la Facultad de Veterinaria y de Zootecnia, de la Universidad Nacional de Colombia.

**3.2.2 Cultivos.** Para hacer la inoculación de la leche se usó como cultivo iniciador o también llamado starter el YO-MIX<sup>®</sup> 205 LYO 250 DCU, el cual está compuesto por *streptococcus thermophilus*, *lactobacillus delbruckii subps. bulgaricus*, *lactobacillus acidophilus*, *bifidobacterium lactis* y como cultivo probiótico el HOWARU<sup>®</sup> Bifido que fueron donados por Danisco (Ver anexo1).

**3.2.3 Edulcorantes.** Como edulcorantes se usaron sacarosa comercial y estevia rebaudiana en polvo suministrada por los Laboratorios Vida Estevia Ltda. de Bogotá (Ver anexo 2).

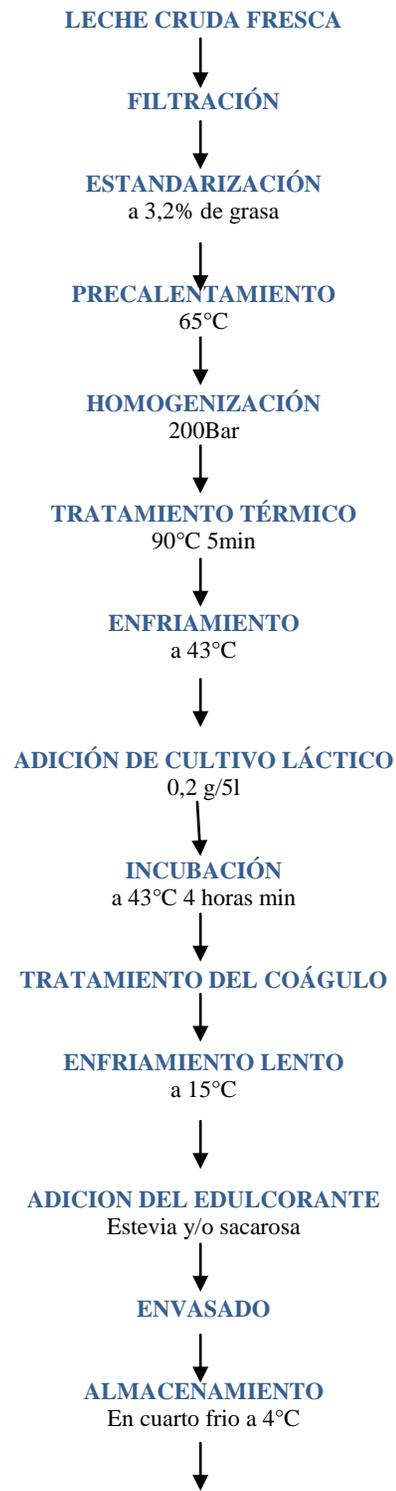
Las dosis utilizadas para endulzar el yogurt fueron:

Tratamientos A1 y A2: sacarosa 80 g/l en dilución a 80 °Brix.

Tratamientos B1 y B2: estevia 0,8 g/l.

Tratamientos C1 y C2: sacarosa 57,1 g/l en dilución a 80°Brix y estevia 0,4 g/l.

### 3.3 ELABORACIÓN DEL YOGURT



## MUESTREO

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se planteó un diseño factorial de 2\*3, dos cultivos: cultivo iniciador y cultivo iniciador con probiótico y tres edulcorantes: estevia, sacarosa y estevia-sacarosa, a partir de este diseño se realizaron los análisis.

Los tratamientos se realizaron con base al siguiente planteamiento del diseño experimental:

- 2 inoculaciones (cultivo iniciador y cultivo iniciador-probiótico).
- 3 edulcorantes (estevia, sacarosa y estevia-sacarosa)
- 3 réplicas de cada tratamiento
- Total: 6 tratamientos con 3 réplicas cada uno, para un total de 18 ensayos.

Tabla 1. Diseño experimental

		EDULCORANTES		
		Estevia	Sacarosa	Estevia-sacarosa
<b>Inoculación 1</b> <b>(Cultivo iniciador)</b>	1	A <sub>11</sub>	B <sub>11</sub>	C <sub>11</sub>
	2	A <sub>12</sub>	B <sub>12</sub>	C <sub>12</sub>
	3	A <sub>13</sub>	B <sub>13</sub>	C <sub>13</sub>
<b>Inoculación 2</b> <b>(Cultivo iniciador-probiótico)</b>	1	A <sub>21</sub>	B <sub>21</sub>	C <sub>21</sub>
	2	A <sub>22</sub>	B <sub>22</sub>	C <sub>22</sub>
	3	A <sub>23</sub>	B <sub>23</sub>	C <sub>23</sub>

### 3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de la caracterización fisicoquímica fueron procesados mediante el uso del paquete estadístico SAS, versión 9.0. Se aplicó la prueba de Wilk y Shapiro a las variables evaluadas para verificar si presentaban una distribución normal, luego una prueba de Bartlett en el caso de existir normalidad y la prueba de Levene si no la presentase. Para las variables que presentaron diferencias significativas se le hizo una prueba de LSD para determinar la mínima diferencia significativa, y se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para el caso de las variables que definitivamente no presentaban homogeneidad de varianza, y para el análisis de las pruebas sensoriales

### 3.6 CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA

Se aplicaron los siguientes métodos para la caracterización fisicoquímica de la leche y del yogurt:

Tabla 2. Caracterización fisicoquímica

<b>Determinación</b>	<b>Método</b>
Proteína	Kjeldahl
Sólidos Totales	Gravimétrico
Acidez (E.C.A.L.)*	AOAC 16.023/1990
Humedad	Gravimétrico. Adaptado A.O.A.C 7.003/84,930.15/90
Carbohidratos	Por diferencia
Calorías	Cálculo con factores de conversión
pH	Adaptado A.O.A.C 10041/84
Viscosidad aparente	Viscosímetro Haake Rotovisco Rv 20
Cenizas	Gravimétrico
Grasa	Gerber

\*Expresada como ácido láctico

### 3.7 DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS

Esta determinación se hizo para analizar si hay o no influencia de la adición de cultivo probiótico en el perfil de ácidos grasos en el yogurt. Para hacer el análisis de ácidos grasos se usó un método sugerido por el laboratorio de la planta de leches del ICTA de la Universidad Nacional de Colombia.

### 3.8 ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó por medio de una prueba analítica descriptiva de puntajes. Con la colaboración de 6 panelistas entrenados, que conforman el panel de evaluación sensorial del ICTA de la Universidad Nacional de Colombia, los cuales calificaron el color, el aroma y sabor, la acidez y la textura del yogurt.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la experimentación involucran todos los datos obtenidos en los análisis de muestras realizados en la etapa experimental anterior al diseño.

Para tener mayor claridad y orden que concuerde con lo planteado en la toma de muestras, se diseñaron tablas que relacionan los datos con los resultados obtenidos de las determinaciones fisicoquímicas.

#### 4.1 ANALISIS FISICOQUIMICOS

A continuación se presentan los promedios (triplicados) de los resultados obtenidos de las determinaciones del análisis fisicoquímico para los 6 tratamientos:

Tabla 3. Resultados de la experimentación

Muestra	Humedad %	Sólidos totales %	Proteína %	Cenizas %	pH	Acidez %	Grasa %	Viscosidad aparente Pa*s		Carbohidratos %	Energía kcal.
								K*	n*		
								<b>Tratamiento A<sub>1</sub></b>	87,59		
<b>Tratamiento B<sub>1</sub></b>	84,75	15,22	3,08	0,45	4,4	0,75	3,2	7,14	0,42	8,53	75,20
<b>Tratamiento C<sub>1</sub></b>	84,54	15,48	3,06	0,65	4,39	0,75	3,2	6,34	0,41	8,54	75,23
<b>Tratamiento A<sub>2</sub></b>	87,59	12,42	3,79	0,5	4,4	0,75	3,2	11,17	0,36	4,91	63,63
<b>Tratamiento B<sub>2</sub></b>	83,11	16,97	3,34	0,45	4,38	0,75	3,2	10,49	0,37	9,89	81,73
<b>Tratamiento C<sub>2</sub></b>	84,72	15,15	3,42	0,65	4,44	0,75	3,2	8,62	0,38	7,90	74,11

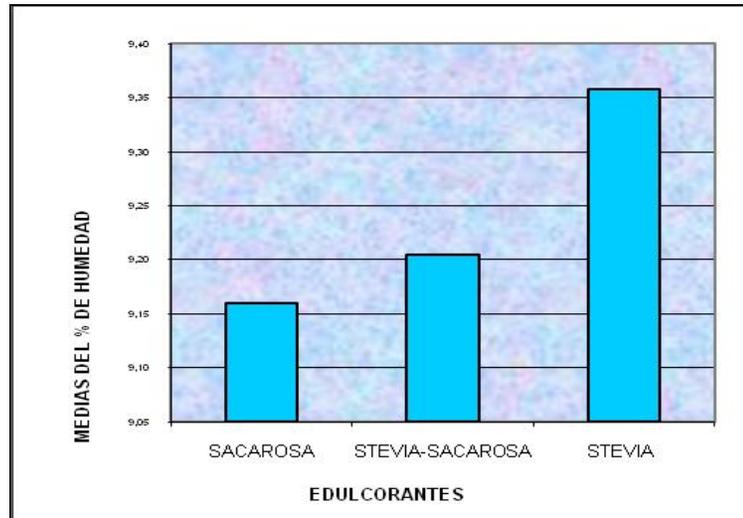
Siendo \*K = Índice de consistencia

\*n = Índice de flujo

El contenido de humedad y los sólidos totales, están relacionados debido a que éstos, corresponden analíticamente, al residuo que permanece después de la eliminación de la humedad. La dosis de la estevia como edulcorante fue 100 veces menor que la sacarosa comercial, por lo tanto el aporte de sólidos totales disminuyó significativamente en los tratamientos que contienen estevia (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub>).

En la Gráfica 1 se muestra la diferencia de la media del contenido de humedad según el edulcorante.

Gráfica 1. Efecto de la adición de edulcorante en la humedad del yogurt



Aplicando el análisis de varianza (ANOVA) en cuanto a las proteínas, sí hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), hay un efecto del edulcorante Estevia sobre esta variable, esto se debe posiblemente, a que la formulación del yogur con Estevia tiene menos sólidos totales, incluyendo el azúcar, el cual puede diluir el contenido total de proteína.

De acuerdo al análisis de varianza (ANOVA), tanto en el pH, como en la acidez y en el porcentaje de grasa, no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) lo cual indica que, independiente del edulcorante utilizado y el cultivo utilizado, las anteriores características, no se afectan.

La viscosidad aparente se ha representado en las gráficas 1 y 2, en las cuales se observa la dependencia entre el gradiente de velocidad y el esfuerzo de corte, a temperatura constante ( $10,5^{\circ}\text{C}$ ).

A partir de las curvas obtenidas se estiman los parámetros  $n$  y  $K$  (índice de la ley de potencia e índice de consistencia) de la ecuación (1).

Se puede notar en la gráfica 3, que los valores de viscosidad aparente disminuyen con el aumento del gradiente de velocidad hasta una viscosidad aparente casi constante.

Para analizar el comportamiento que tiene el yogur usamos la gráfica 2 y gráfica 3, en donde se muestra que tiene un comportamiento típico de un líquido pseudoplástico (Steffe, et al)

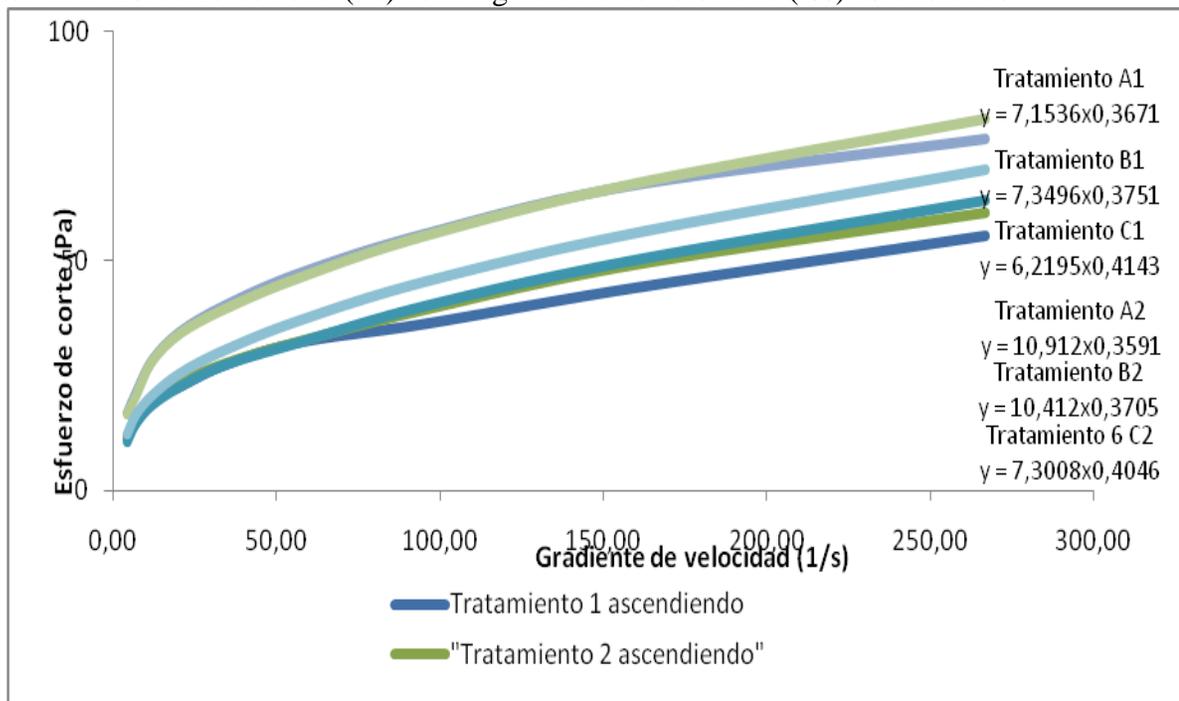
Para explicar el comportamiento de la viscosidad aparente para cada tratamiento se presentan a continuación las tablas que contienen los datos del esfuerzo de corte  $\tau$  (Pa) y el gradiente de velocidad ( $1/s$ ) para una temperatura constante de  $10,5^{\circ}\text{C}$ :

Tabla 4. Resultados obtenidos del estudio reológico hecho al yogurt

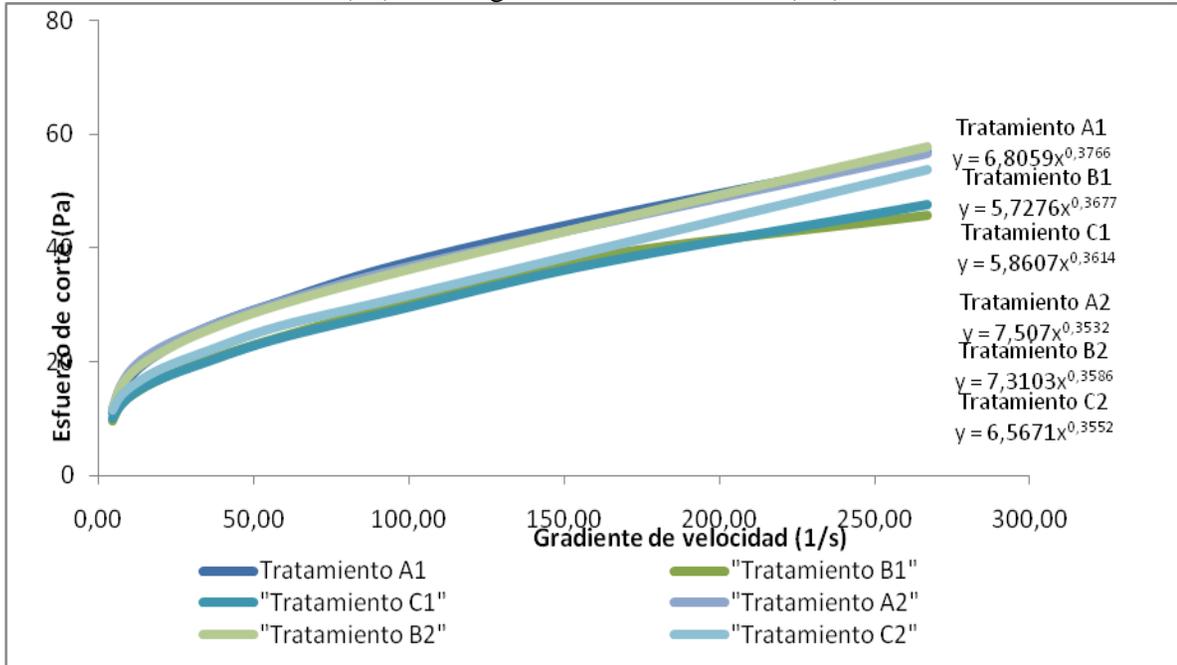
No.	Gradiente de velocidad $\dot{\gamma}$ (1/s)	Tratamiento A <sub>1</sub>		Tratamiento B <sub>1</sub>		Tratamiento C <sub>1</sub>		Tratamiento A <sub>2</sub>		Tratamiento B <sub>2</sub>		Tratamiento C <sub>2</sub>	
		Esfuerzo de corte $\tau$ (Pa)											
1	4,45	11,15	11,03	12,03	9,65	10,53	10,15	17,04	11,66	16,79	11,78	12,41	11,41
2	7,12	14,66	14,78	15,79	12,53	14,53	12,41	21,43	15,79	20,80	15,67	16,67	13,91
3	12,02	19,55	18,42	19,68	14,66	18,55	14,79	28,45	19,43	28,20	18,8	20,81	16,16
4	20,47	22,53	21,80	23,56	17,17	22,56	17,17	34,59	22,56	34,22	21,81	25,57	18,80
5	34,27	27,32	25,94	27,70	20,18	27,32	19,93	40,36	25,82	39,61	25,44	30,70	21,68
6	57,41	32,34	30,46	32,58	24,19	32,34	24,06	47,50	30,21	46,50	29,95	37,22	26,07
7	95,68	36,35	36,97	39,48	29,95	40,23	29,08	56,02	36,1	55,52	35,72	45,62	31,08
8	159,76	44,24	45,12	49,25	38,48	50,26	37,22	66,68	43,99	66,8	44,24	56,15	39,6
9	267,00	55,65	56,90	60,53	45,75	63,29	47,63	76,71	56,53	80,84	57,90	69,94	53,77

A partir del estudio reológico se obtuvieron los siguientes resultados reflejados en la anterior tabla 4, en la misma se muestra la dependencia entre el esfuerzo de corte y el gradiente de velocidad, lo que permite determinar de qué tipo de fluido se trata.

Gráfica 2. Esfuerzo de corte (Pa) contra gradiente de velocidad (1/s) ascendiendo.



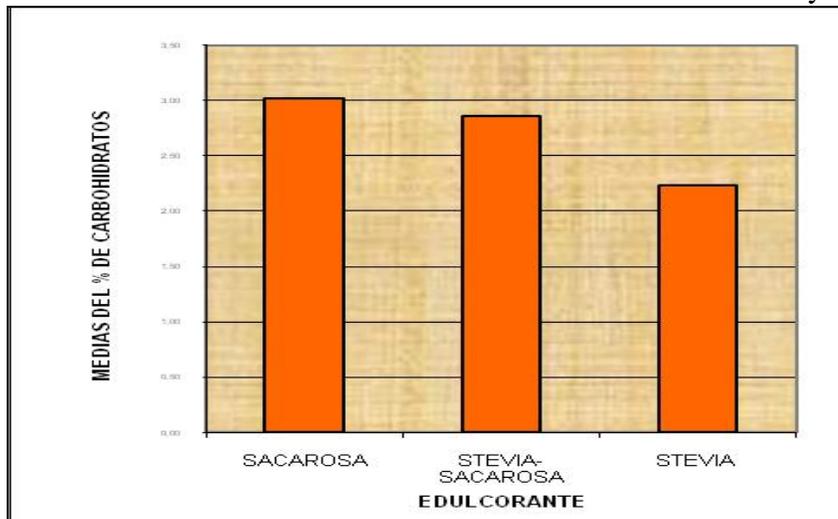
Gráfica 3. Esfuerzo de corte (Pa) contra gradiente de velocidad (1/s) descendiendo.



- Para el caso del contenido de carbohidratos, se realizó la prueba estadística LSD (prueba de la mínima diferencia significativa) y hubo diferencias significativas, el endulzante estevia tuvo efecto sobre los carbohidratos, esto es lógico ya que la estevia no aporta carbohidratos los cuales constituyen la fuente principal de energía en la formulación del yogurt.

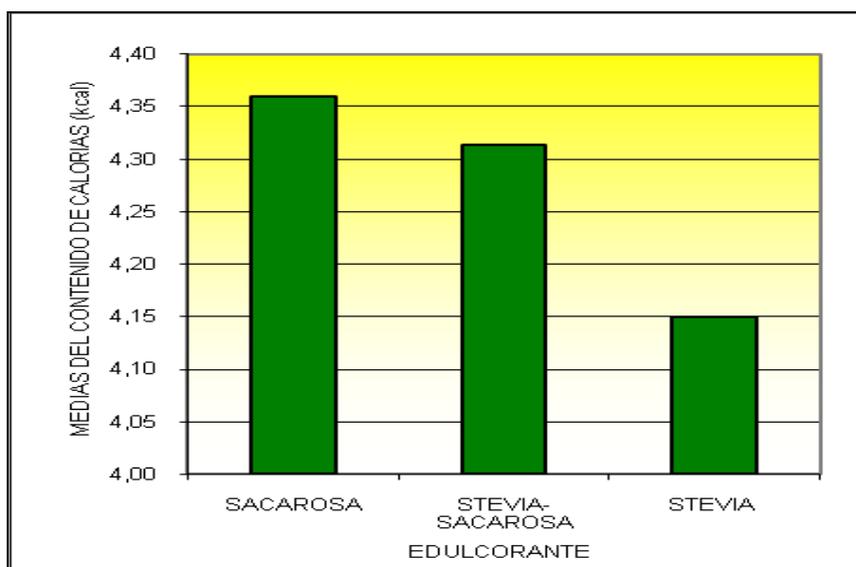
La siguiente gráfica muestra la diferencia que existe entre la media del contenido de carbohidratos según el edulcorante.

Gráfica 4. Efecto del edulcorante en el contenido de carbohidratos del yogurt



- En el caso de las calorías se realizó un análisis de varianza (ANOVA, utilizando la prueba LSD con la finalidad de determinar la presencia o no de diferencias significativas). Para este caso, sí se observó efecto de la Estevia en el aporte calórico del yogurt. Teniendo en cuenta que la Estevia es un edulcorante no calórico (Ver anexo 1), no aporta calorías y por tal razón hay una considerable disminución en el aporte calórico en el yogurt endulzado con Estevia. La siguiente gráfica nos muestra la diferencia que existe entre las medias del contenido de calorías según el edulcorante.

Gráfica 5. Efecto de la adición de edulcorante en el contenido de calorías del yogurt



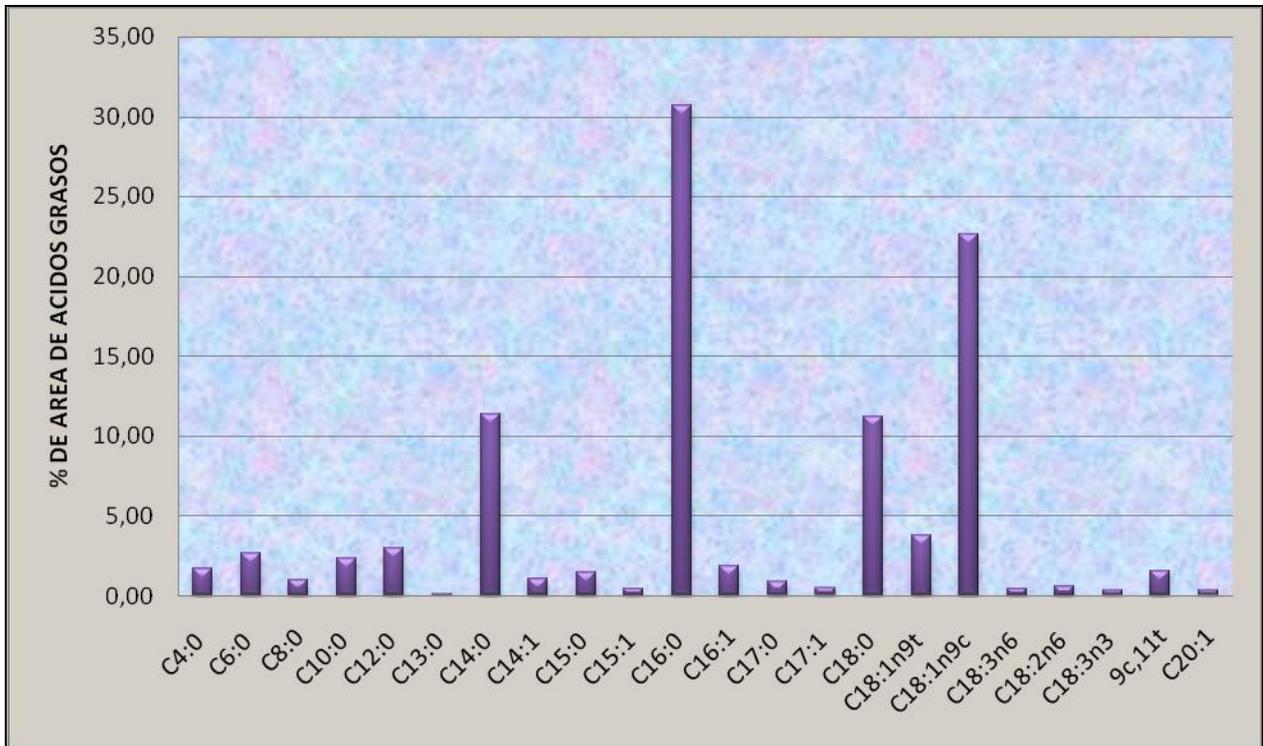
## 4.2 DETERMINACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS

Los resultados obtenidos de la determinación de ácidos grasos se consignan en la siguiente tabla:

Tabla 5. Cuantificación de ácidos grasos promedio de las tres réplicas por tratamiento:

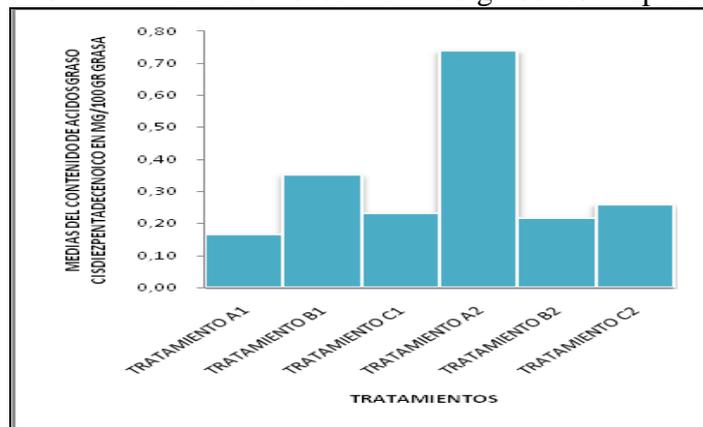
NOMBRE	CUANTIFICACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS (mg AG/100mg grasa)					
	Tratamiento A1	Tratamiento B1	Tratamiento C1	Tratamiento A2	Tratamiento B2	Tratamiento B2
<b>C4:0</b> (Acido Butírico)	1,90	2,17	2,06	1,93	2,06	2,02
<b>C6:0</b> (Acido Caproico)	2,58	2,52	3,00	2,43	2,64	2,71
<b>C8:0</b> (Acido Caprílico)	0,97	1,07	1,02	0,97	1,07	0,98
<b>C10:0</b> (Acido Cáprico)	2,15	2,34	2,20	2,13	2,37	2,15
<b>C12:0</b> (Acido Láurico)	2,71	2,86	2,72	2,70	2,94	2,67
<b>C13:0</b> (Acido Tridecanoico)	0,09	0,08	0,10	0,08	0,09	0,07
<b>C14:0</b> (Acido Mirístico)	10,49	10,73	10,47	10,46	11,08	10,33
<b>C14:1</b> (Acido Miristoleico)	0,85	0,88	0,81	0,85	0,91	0,79
<b>C15:0</b> (Acido Pentadecanoico)	1,37	1,34	1,30	1,35	1,37	1,31
<b>C15:1</b> (Acido Cis-10-pentadecenoico)	0,44	0,43	0,41	0,43	0,43	0,43
<b>C16:0</b> (Acido Palmítico)	29,68	29,67	29,55	29,67	30,23	29,39
<b>C16:1</b> (Acido Palmitoleico)	2,04	2,03	2,05	2,03	2,00	2,10
<b>C17:0</b> (Acido Heptadecanoico)	0,93	0,92	0,94	0,93	0,92	0,95
<b>C17:1</b> (Acido Cis-10-Heptadecenoico)	0,53	0,53	0,55	0,53	0,52	0,54
<b>C18:0</b> (Acido Estearico)	12,35	12,09	12,47	12,41	11,81	12,55
<b>C18:1n9t</b> (Acido Elaidico)	4,13	4,15	4,03	4,20	3,84	4,16
<b>C18:1n9c</b> (Acido Oleico)	23,41	22,86	22,99	23,47	22,52	23,28
<b>C18:3n6</b> (Acido Linoleaidico)	0,46	0,46	0,45	0,46	0,45	0,50
<b>C18:2n6</b> (Acido Linoleico)	0,72	0,71	0,67	0,68	0,66	0,74
<b>C18:3n3</b> (Acido Linolénico)	0,34	0,33	0,35	0,40	0,33	0,38
<b>9c,11t-octadecadienoico</b> <b>Cisdiezpentadecenoico</b>	1,55	1,50	1,48	1,41	1,50	1,53
<b>Cis-11-Acido Eicosenoico</b> <b>(C20:1)</b>	0,32	0,32	0,39	0,51	0,26	0,41

Gráfica 6. Perfil promedio de ácidos grasos encontrados en el yogurt de las tres réplicas de los seis tratamientos:



En la determinación de ácidos grasos solamente hubo diferencias significativas en el ácido cisdiezpentadecenoico (9c, 11t), en la cual hubo interacción de cultivo y endulzante en el tratamiento 4 (probiótico y estevia), en la siguiente gráfica se muestra la influencia que tiene el tratamiento 4 de acuerdo a la media del contenido de ácido grasos cisdiezpentadecenoico en mg /100 de grasa:

Gráfica 7. Efecto del tratamiento 4 sobre el ácido graso cisdiezpentadecenoico.



En la gráfica 7: Perfil promedio de ácidos grasos encontrados en el yogurt de las tres réplicas de los seis tratamientos, se muestran el contenido de ácidos grasos presentes en el yogurt. Aunque los principales ácidos grasos de la grasa de la leche son el palmítico, el oleico y el esteárico, esta grasa es la única de origen animal que contiene cantidades apreciables de los ácidos grasos de cadena corta C4-C12 (Fennema O.) En total se identificaron 22 compuestos, entre los poliinsaturados se encontró el ácido linoleico (18:2 n6), considerado como esencial para el mantenimiento del metabolismo celular, la actividad física y el crecimiento según Uauy y otros (Uauyr, et al). Se encontró el cis-9, trans-11, también conocido isómero del ácido linoleico en niveles de 1,55%, este ácido graso puede reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular y ayuda a combatir la inflamación. (Tricon, et al).

### 4.3 ANÁLISIS SENSORIAL

Para el análisis de los resultados obtenidos en la prueba descriptiva de puntajes se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, en la cual nos muestra los siguientes resultados:

Tabla 6. Análisis de Rangos de las calificaciones del Análisis Sensorial

<b>ENDULZANTE</b>	<b>N</b>	<b>RANGO PROMEDIOS</b>
<b>SIN ESTEVIA</b>	12	13,67
<b>CON ESTEVIA</b>	12	17,17
<b>ESTEVIA-SACAROSA</b>	12	24,64

Tabla 7. Estadísticos de contraste

<b>Chi-cuadrado</b>	6,9991
<b>DF</b>	2
<b>P&gt; Chi-cuadrado</b>	0,0302

En el caso del efecto del probiótico frente a las cualidades de color, aroma y sabor, acidez y cuerpo y consistencia no hubo ninguna diferencia significativa ( $p > 0,05$ ), en el caso del endulzante, este sí presentó diferencias significativas para la característica de aroma y sabor, ya que el estadístico de prueba es 6,9991 y por tanto se rechaza la hipótesis nula según la cual los tres tipos de endulzante valoran igualmente esta característica ( $p < 0,05$ ).

Tabla 8. Rangos promedio de las calificaciones obtenidas de las características evaluadas (color, aroma y sabor, acidez y textura) y significancia estadística

	EN FUNCION DEL ENDULZANTE						EN FUNCION DEL PROBIÓTICO			
	Sin estevia	Letra*	Con estevia	Letra*	Estevia-sacarosa	Letra*	Sin probiótico	Letra*	Con probiótico	Letra*
<b>COLOR</b>	18,5	a	18,5	a	18,5	a	18,5	a	18,5	a
<b>AROMA Y SABOR</b>	13,67	a	17,17	ab	24,64	b	20,89	a	16,11	a
<b>ACIDEZ</b>	19,0	a	17,5	a	19,0	a	19,0	a	18,0	a
<b>TEXTURA</b>	18,5	a	19,6	a	17,4	a	18,42	a	18,48	a

\*Características con la misma letra son estadísticamente similares en sus rangos

La tabla 8 presenta los rangos promedio y las letras que corresponden a la significancia. La característica de aroma y sabor en función del endulzante con respecto a la estevia-sacarosa, presenta un rango significativamente mayor que los otros endulzantes, pero teniendo en cuenta la significancia, se nota una diferencia entre la característica de aroma y sabor con respecto a las otras características. Al analizar las características en función del probiótico, se destaca la característica de aroma y sabor con respecto a las otras características. Se puede concluir que la estevia según los resultados de la tabla anterior influye notoriamente en la característica de aroma y sabor del yogurt.

## 5. CONCLUSIONES

1. La adición de estevia como edulcorante, a las dosis estudiadas, no cambia las características de pH, acidez y viscosidad aparente del yogurt.
2. Es posible obtener yogurt endulzado con estevia, con iguales características fisicoquímicas al endulzado tradicionalmente con sacarosa y reducir en un 11,57% el aporte calórico de este alimento.
3. La edulcoración con estevia-sacarosa, produjo mejor calidad sensorial en cuanto al aroma y sabor del yogurt. En cuanto a la adición de probiótico no hubo ninguna diferencia que afectara alguna de las características sensoriales estudiadas en cuanto a color, aroma y sabor, acidez y textura.
4. La utilización del extracto de estevia en polvo, representa una alternativa como edulcorante en el yogurt, que ofrece beneficios como la disminución en la ingesta de calorías.

## BIBLIOGRAFIA

CHARLES Alais y LACASA GODINA Antonio, Ciencia de la leche: principios de técnica lechera. Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A, 1985. 884 p.

FENNEMA Owen, Química de los alimentos. España, 2ª edición. Editorial Acribia S.A., 2000. p.277

FLOCH Martin H. Gastroenterología. Barcelona, España: Editorial: Masson S.A., 2006.928p.

GUTIERREZ, A. Redescubriendo la dulzura edulcorantes extraídos de la Estevia [en línea]:<http://www.planthogar.net>

HERNANDEZ, Alicia. Microbiología Industrial. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a distancia, 2003. 267 p.

KINGHORN, Douglas. The Genus Stevia. New York, USA: Editorial: Great Britain, 2002.

LÓPEZ GÓMEZ Antonio, Manual de industrias lácteas. Págs. 243-256. 2003.

LÓPEZ, L. Y PEÑA, L. Plan estratégico para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de edulcorante a base de Stevia. Pontificia Universidad Javeriana. Tesis 2004.

PAULETTI, M.S., Rozycki, S; Sabbag, N; Costa, S. Modelización de la consistencia de yogurt batido: Efecto de la adición de varios gelificantes. Instituto de Tecnología de Alimentos. Facultad de Ingeniería Química (Universidad Nacional del Litoral). Santiago del Estero: Argentina. 2003.

RODRIGUEZ, Pulido Natalia Margarita, Estudio comparativo de las propiedades reológicas que presenta la levadura cervecera empleada en tanques cilindro – cónicos versus tanques convencionales en Bavaria s.a.. Facultad de Ingeniería de Alimentos, Universidad de la Salle.2006.

STEFFE James F. Rheological Methods in Food Process Engineering. USA: Freeman Press, 1996.418p. 1996.

TRICON S, Burdge GC, Kew S, et al. Opposing effects of cis-9, trans-11 and trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid on blood lipids in healthy humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 80(3): 614-20. 2004.

UAUY R., OLIVARES S. Importancia de las grasas y aceites para el crecimiento y desarrollo de los niños. 2002. <http://www.fao.org/docrep/T4660t/t4660t05.htm>.

RESOLUCIÓN NÚMERO 02310 DE 1986.Ministerio de Salud. República de Colombia.

## **ANEXO 1**

**PRODUCT DESCRIPTION - PD 205559-4.0EN**

**Material no. 50583**

**YO-MIX™ 205 LYO 250 DCU**

YO-MIX™ Yogurt Cultures

**Description**

Freeze-dried concentrated lactic starter for the direct vat inoculation of milk and milk bases.

**Usage levels**

Product Dose

Fermented milk 15 - 25 DCU / 100 l of vat milk

The quantities of inoculation indicated should be considered as guidelines. Supplement cultures may be required depending on technology, fat content and product properties desired.

We do not accept any liability in case of undue application.

**Directions for use**

Store at temperature < 4 °C in dry atmosphere. When stored at negative temperature, keep the sachet at room temperature for 30 to 60 minutes before opening. If not, the performance of the culture is affected. Prolonged exposure at room temperature will reduce performances. Check before use that the culture is in powder form. Add directly to the manufacturing milk as soon as the agitation blades of the vat are covered with milk. Avoid foam and air introduction in the milk.

Important recommendations:

If the product has formed a solid mass, it should be discarded. To keep bacteriophage contamination under control, ensure plant and equipments are cleaned and disinfected with appropriate products at regular intervals to limit bacteriophage concentration level. Avoid any system that brings back part of end products to the beginning of the processing line in order to limit phage propagation.

We do not accept any liability in case of undue application.

**Composition**

Streptococcus thermophilus  
Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus  
Lactobacillus acidophilus  
Bifidobacterium lactis

**Properties**

- Freeze dried form facilitates the storage and handling of cultures.

- YO-MIX™ 205 LYO 250 DCU is a blend of selected strains for direct vat inoculation of manufacturing milk, these strains have been carefully chosen and combined to answer your specific needs in term of acidification, texture and taste. They are specially developed to provide a minimum of 10E6 of L.acidophilus + Bifidobacterium lactis strains per ml of fermented milk.

- YO-MIX™ 205 LYO 250 DCU gives quick acidification to pH 4.80 - 4.70 and then, a slow acidification to reach lower pH. This characteristic allows perfect pH control during the processing time and the shelf life. They provide thick texture and clean yogurt taste.

A phage alternative is available on request.

**Physical/chemical specifications**

Quantitative/Activity standard

Test medium:

Sterilised reconstituted milk (12% solids)  
Heated 20 min at 110 °C. Standardised to pH 6.60

Temperature: 42 °C

Inoculation rate: 25 DCU / 100 l

Delta pH: 1.80

Time to reach the delta pH: <= 6 hours

The information contained in this publication is based on our own research and development work and is to the best of our knowledge reliable. Users should, however, conduct their own tests to determine the suitability of our products for their own specific purposes and the legal status for their intended use of the product. Statements contained herein should not be considered as a warranty of any kind, expressed or implied, and no liability is accepted for the infringement of any patents.

**PRODUCT DESCRIPTION - PD 205559-4.0EN**

**Material no. 50583**

**YO-MIX™ 205 LYO 250 DCU**

YO-MIX™ Yogurt Cultures

**Microbiological specifications**

Microbiological quality control - standard values and methods

Coliforms	< 10 / g [1]
Enterococci	< 20 / g [2]
Yeasts	< 10 / g [3]
Moulds	< 10 / g [3]
Staphylococci coagulase positive	< 10 / g [4]
Listeria monocytogenes	neg. / 25 g [5]
Salmonella	neg. / 25 g [6]

[1] NF V08-015, IDF 73A-1985

[2] Gelose bile esculine sodium azide / 48 h at 37 °C

[3] NF V08-022, IDF 94B-1991

[4] NF V08-057, IDF 145A-1997

[5] NF V08-055, IDF 143A-1990

[6] NF V08-052, IDF 93B-1995

**Storage**

12 months from date of production at <= 4°C

**Packaging**

Sachets made with three layers of material (polyethylene, aluminium, polyester). The following information is printed on each sachet: product name, pack size, batch n° and shelf life.

**Quantity**

Shipment cartons each containing 50 sachets

**Purity and legal status**

YO-MIX™ 205 LYO 250 DCU meets the specification laid down by the EU legislation.

Label food regulations should always be consulted concerning the status of this product, as legislation regarding its use in food may vary from country to country.

The information contained in this publication is based on our own research and development work and is to the best of our knowledge reliable. Users should, however, conduct their own tests to determine the suitability of our products for their own specific purposes and the legal status for their intended use of the product. Statements contained herein should not be considered as a warranty of any kind, expressed or implied, and no liability is accepted for the infringement of any patents.

**Safety and handling**

MSDS is available on request.

**Kosher status**

KOSHER O-U-D

**Halal status**

AHA certified

**Allergens**

Below table indicates the presence of the following allergens and products thereof:

Yes	No	Allergens	Description of components
	X	cereals containing gluten	
	X	crustacean shellfish	
	X	eggs	
	X	fish	
	X	peanuts	
	X	soybeans	
X		milk (including lactose)	
	X	nuts	
	X	celery	
	X	mustard	
	X	sesame seeds	
	X	sulphur dioxide and sulphites (> 10 mg/kg)	
	X	sulphur dioxide and sulphites (> 10 mg/kg)	

**Additional information**

ISO 9001 certified

**PRODUCT DESCRIPTION - PD 205559-4.0EN**

**Material no. 50583**

**YO-MIX™ 205 LYO 250 DCU**

YO-MIX™ Yogurt Cultures

**GMO status**

---

YO-MIX™ 205 LYO 250 DCU does not consist of, nor contains, nor is produced from genetically modified organisms according to the definitions of Regulation (EC) 1829/2003 and Regulation (EC) 1830/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003.

For the raw materials having the potential of being produced from genetically modified organisms, we have obtained written information from our suppliers stating that the raw materials are not produced from genetically modified organisms according to the definitions of the above mentioned EC Regulations.

The information contained in this publication is based on our own research and development work and is to the best of our knowledge reliable. Users should, however, conduct their own tests to determine the suitability of our products for their own specific purposes and the legal status for their intended use of the product. Statements contained herein should not be considered as a warranty of any kind, expressed or implied, and no liability is accepted for the infringement of any patents.

## **ANEXO 2**



**No calories Sweetener for Industrial Use.**

**Data Sheet Solid Extract**  
***Estevia rebaudiana* free of after taste**

<b>Product name:</b>	Vida Estevia Powder Extract
<b>Source:</b>	Leafs of <i>Estevia rebaudiana</i> .

**Physical Features**

<b>Appearance:</b>	White powder
<b>Smell:</b>	Characteristic, high volatility. Advice: Use mask for manipulation.

**Chemical Features:**

<b>Sweet power relative to Sugar:</b>	120 times minimum
<b>Stevioside content (HPLC):</b>	23%
<b>Rebaudiocide A:</b>	60%
<b>Rebaudioside C:</b>	3%
<b>Other glycosides (Dulcosyde A;Rebaudioside D, E, B):</b>	4%
<b>Bulk Carrier</b>	Maltodextrin 10%
<b>Melting point:</b>	195-200 °C
<b>Solubility:</b>	Water and ethanol.
<b>Ashes:</b>	0,2 %
<b>Humidity:</b>	3%
<b>Heavy metals:</b>	0,8 ppm max.
<b>Arsenic:</b>	0,6 ppm max.
<b>Lead:</b>	0,07 ppm max
<b>Cadmium:</b>	0,04 ppm max

<b>-pH Stability:</b>	2-9
<b>Empirical structure:</b>	C44H72O24

#### Microbiological Features

<b>Yeast and fungi:</b>	< 10 UFC/ gr
<b>Total mesophiles:</b>	<10 UFC/ gr
<b>Coliforms:</b>	<10 UFC/ gr
<b><i>Salmonella sp:</i></b>	No present

#### Storage and packing

<b>Packing:</b>	1 Kg bags.
<b>Storage:</b>	Keep in Fresh and dry places, do not exposure to strong smell. Keep bags closed.

This product is obtained from dried leaves of *Estevia rebaudiana*. Our cultivations do not use agrochemicals, Vida Estevia powder extract does not present traces of fungicides or pesticides.

**IQ, Msc Julian E. Zamora**  
[www.vidaestevia.com](http://www.vidaestevia.com)  
 Bogotá D.C  
 Tel: 57-1-244-0556  
 Ventas@vidaestevia.com

## GLOSARIO

**YOGURT:** Denominase Yogurt al producto obtenido a partir de la leche higienizada, coagulada por la acción de *lactobacillus bulgáricus* y *streptococcus termóphilus* los cuales deben ser abundantes y viables en el producto final. (RESOLUCIÓN NÚMERO 02310).

**PROBIOTICO:** son microorganismos vivos que se adicionan a un alimento que permanecen activos en el intestino y ejercen importantes efectos fisiológicos. Ingeridos en cantidades suficientes tienen efecto muy beneficioso, como contribuir al equilibrio de la flora bacteriana intestinal del huésped y potenciar el sistema inmunológico. Son capaces de atravesar el tubo digestivo, recuperarse vivos en las heces y adherirse a la mucosa intestinal. Contienen esta clase de microorganismos y, por tanto, son alimentos probióticos los yogures frescos, otras leches fermentadas, el kéfir, jocoque, etc. (<http://www.probioticos.info/>)

**EDULCORANTE:** Sustancia que sirve para endulzar alimentos y medicamentos. Los edulcorantes pueden ser sustancias naturales (Estevia, miel de abejas, etc.) o sintéticas (sacarosa). (<http://ciencia.glosario.net/agricultura/edulcorante-11110.html>)

**VISCOSIDAD APARENTE:** La viscosidad aparente es la viscosidad de un fluido en unas determinadas condiciones de temperatura y agitación (no normalizadas). La viscosidad aparente no depende de las características del fluido, sino de las condiciones ambientales, y por tanto variará según las condiciones. (Rodríguez, Pulido Natalia Margarita)

$$\tau = K \left( \dot{\gamma} \right)^n$$

Ecuación 1. Modelo de ley de potencia de Oswald de Weale

Donde:

n: índice de flujo ( $n < 1$ )

K: índice de consistencia

$\dot{\gamma}$ : Gradiente de velocidad

Para los fluidos no newtonianos se utiliza el concepto de viscosidad aparente ( $\mu_a$ ). Relacionada a la ecuación (1), la viscosidad aparente en el caso de fluidos pseudoplásticos viene dada por la relación de la ecuación (2).

$$\mu_a = K \cdot \left( \dot{\gamma} \right)^{n-1}$$

Ecuación 2

Con los parámetros reológicos  $n$  y  $K$ , y el empleo de la ecuación (2), se trazan las curvas características de la viscosidad aparente contra el gradiente de velocidad para cada temperatura; determinándose, la forma típica de la relación entre la viscosidad aparente y el gradiente de velocidad para las propiedades reológicas de la emulsión. (Rodríguez, Pulido Natalia Margarita)