

Efecto del uso de tres concentraciones de estabilizador y dos edulcorantes artificiales en las propiedades físico-químicas y sensoriales de yogur de fresa sin grasa y sin azúcar

**Karen Nichole Aguirre Cela
Rolando Javier Biollo Canjura**

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto del uso de tres concentraciones de estabilizador y dos edulcorantes artificiales en las propiedades físico-químicas y sensoriales de yogur de fresa sin grasa y sin azúcar

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieros en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Karen Nichole Aguirre Cela
Rolando Javier Biollo Canjura

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Efecto del uso de tres concentraciones de estabilizador y dos edulcorantes artificiales en las propiedades físico-químicas y sensoriales de yogur de fresa sin grasa y sin azúcar

Presentado por:

Karen Nichole Aguirre Cela
Rolando Javier Biollo Canjura

Aprobado:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Carrera Agroindustria Alimentaria

Paola Carrillo, M.Sc.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Aguirre, K. y Biollo, R. 2010. Efecto del uso de tres concentraciones de estabilizador y dos edulcorantes artificiales en las propiedades físico-químicas y sensoriales de yogur de fresa sin grasa y sin azúcar. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana “Zamorano”, Honduras. 31p.

El yogur es un producto lácteo fermentado obtenido mediante la acidificación directa ó microbiológica. El objetivo general del estudio fue determinar el efecto de la adición de tres concentraciones de estabilizador y dos edulcorantes artificiales en las propiedades físico-químicas y sensoriales de yogur de fresa sin grasa y sin azúcar. Para lograr este fin se evaluó la adición del estabilizador de yogur (goma xanthan) utilizado en la planta de lácteos de Zamorano, en concentraciones de 0.3, 0.4 y 0.5% en conjunto con aspartame y Splenda®, en concentraciones de 0.5 y 0.15%, respectivamente. Se utilizó un diseño experimental BCA con 6 tratamientos, 3 repeticiones y 3 medidas repetidas en el tiempo para un total de 54 unidades experimentales. Cada tratamiento se evaluó sensorialmente con un panel de 20 personas no entrenadas, pero consumidoras de yogur. Se evaluaron las características de apariencia, aroma, viscosidad, acidez, sabor y aceptación general. Las características físico-químicas evaluadas fueron: color, viscosidad y acidez. Con los resultados obtenidos en el análisis sensorial, se determinó que los tratamientos más aceptados fueron los yogures elaborados con 0.3 y 0.5% de estabilizador y 0.15% de aspartame ($P < 0.05$). Por último se compararon los dos mejores tratamientos versus los yogures light de las dos marcas comerciales Yoplait y Yes en un análisis de preferencia, utilizando una prueba de ordenamiento múltiple ó Ranking Test, en el cual se determinó que fueron igualmente preferidos Yoplait, Yes y el tratamiento elaborado con 0.5% de estabilizador y 0.15% de aspartame ($P < 0.05$). Además se determinó el costo variable de producción para el mejor de los tratamientos que fue de \$ 0.28.

Palabras clave: aspartame, Splenda®, goma xanthan.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3. METODOLOGÍA.....	7
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
5. CONCLUSIONES	28
6. RECOMENDACIONES	29
7. LITERATURA CITADA.....	28
8. ANEXOS	30

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Edulcorantes de Alta Intensidad Aprobados por la FDA para Uso en Yogur.....	5
2. Formulación de los 6 tratamientos.	8
3. Diseño Experimental.	10
4. Análisis sensorial exploratorio del yogur bajo en grasa y sin azúcar.*	13
5. Análisis sensorial por día de la variable apariencia.*	14
6. Análisis sensorial por día de la variable aroma.*	14
7. Análisis sensorial por día de la variable viscosidad.*	15
8. Análisis sensorial por día de la variable acidez.*	16
9. Análisis sensorial por día de la variable sabor.*	16
10. Análisis sensorial por día de la variable aceptación general.*	17
11. Análisis de preferencia.*	18
12. Análisis de color por día por día: valor L.*	18
13. Análisis de color por día: valor a.*	19
14. Análisis de color por día: valor b.*	19
15. Análisis de color de yogur de fresa bajo en grasa y sin azúcar.*	20
16. Análisis de viscosidad.*	21
17. Análisis de viscosidad por día.*	21
18. Análisis de acidez titulable (ATECAL).*	22
19. Análisis de acidez titulable (ATECAL) por día.*	22
20. Análisis de pH.*	23
21. Análisis de pH por día.*	23
22. Conteo de coliformes totales.*	24
23. Costos variables del yogur con 0.5% estabilizador y 0.15% aspartame.	27

Figura	Página
1. Estructura química de la sucralosa (Splenda®).....	4
2. Estructura química del aspartame.....	5
3. Flujo de proceso del yogur sin grasa y sin azúcar.....	12
4. Etiqueta nutricional del yogur de fresa sin grasa y sin azúcar.	25

Anexo	Página
1. Formato de la hoja de evaluación sensorial para análisis exploratorio.	30
2. Formato de la hoja de evaluación sensorial de preferencia.	31

1. INTRODUCCIÓN

El yogur es un producto lácteo obtenido generalmente de la leche de vaca, mediante un proceso de acidificación directa ó microbiológica, ésta fermentación microbiológica se lleva a cabo gracias a la acción de las bacterias *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, mezclados en una proporción uno a uno (Revilla 2009).

Actualmente el yogur representa un producto lácteo muy significativo alrededor del mundo. En algunos países la nomenclatura yogur está restringida a un producto obtenido exclusivamente por la actividad de las dos bacterias antes mencionadas; mientras que en otros países es posible llamar yogur a un producto obtenido de la mezcla de los cultivos del yogur más la adición de otros cultivos probióticos, entre los cuales se encuentran *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. , *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus* GG, *Lactobacillus gasseri* y *Lactobacillus johnsonii* (Chandan 1999).

El aumento en el consumo de yogur está directamente relacionado a las opciones que se encuentran actualmente en el mercado. Aparte de los diferentes sabores, la diversificación del yogur en el mercado se debe a los cambios en textura, innovación en empaques y demás componentes que buscan satisfacer las expectativas de los consumidores en cuanto a las tendencias de productos alimenticios saludables (Chandan 2006).

Según Revilla (2009), el contenido de grasa en el yogur dietético varía entre el 1 y 0.5% hasta 10% o más en el yogur condensado, pero la mayoría del yogur contiene entre 1.5 y 3% de grasa. El contenido de azúcar puede variar entre el 1 y 20%, mientras que para aumentar la viscosidad y prevenir la separación del suero del yogur se utilizan estabilizadores normalmente entre 0.1 y 0.5% de la mezcla.

El objetivo general de este estudio fue determinar el efecto de tres concentraciones de estabilizador de yogur y dos edulcorantes artificiales en las propiedades físico-químicas y sensoriales del yogur sin grasa y sin azúcar, buscando al mismo tiempo ofrecer al consumidor un producto con bajo contenido calórico, que sea sensorialmente similar al yogur Zamorano.

Para la realización de este estudio se utilizó el estabilizador de yogur utilizado en la planta de lácteos Zamorano en las siguientes concentraciones: 0.3, 0.4 y 0.5%. Además los dos edulcorantes utilizados fueron: Splenda® y aspartame al 0.5 y 0.15%, respectivamente.

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En las últimas dos décadas ha incrementado la preocupación sobre el estilo de vida y la salud, gracias a ello se ha alentado a las personas a hacer ejercicio, comer alimentos saludables y disminuir el consumo de alimentos ricos en azúcar, sal y grasa (Rodríguez et al. 2010).

Las grasas han sido reconocidas por cientos de años por su valor nutricional, funcional y propiedades sensoriales. Son conocidas por ser la fuente más concentrada de energía ya que proveen 9 Kcal/g. Sin embargo, diferentes reportes han confirmado como el alto contenido de ciertos tipos de grasa en la dieta incrementa el riesgo de enfermedades cardiovasculares, obesidad y algunos tipos de cáncer (Hahn 1997).

El azúcar blanca proporciona energía, pero no nutrientes (vitaminas, minerales, fibra o fitoquímicos antioxidantes). Aporta aproximadamente 4 kcal/g, siendo una fuente de “calorías vacías”. El consumo excesivo de azúcar se relaciona con las enfermedades como: obesidad, diabetes mellitus e hipertrigliceridemia (Blanco 2002).

El yogur elaborado en la Planta de Lácteos Zamorano posee un alto contenido de grasa y azúcar blanca en su formulación, lo que provoca cierta disminución en la compra por parte de los consumidores que buscan productos con bajo contenido calórico. Este nicho de mercado puede ser satisfecho con la elaboración de un yogur bajo en grasa y sin azúcar, lo que significaría un nuevo ingreso para la Planta de Lácteos.

1.2 ANTECEDENTES

Actualmente en Zamorano, no se ha realizado ningún estudio que involucre el uso de tres concentraciones de estabilizador y dos edulcorantes artificiales en la elaboración de yogur sin grasa y sin azúcar, evaluando al mismo tiempo el efecto de la aplicación de los mismos, en las propiedades físico-químicas y sensoriales del producto. Sin embargo, García (2004), elaboró un estudio evaluando el efecto de la cantidad de grasa y almidón modificado en la elaboración de yogur bajo en grasa sabor a fresa y sin azúcar, encontrando que el consumidor prefiere un yogur con 0.5% de grasa, por las características de textura y sabor. Además, Orellana (2009), realizó un estudio sobre el efecto de dos cantidades de leche descremada en polvo y dos edulcorantes no calóricos en las características físico-químicas y sensoriales del yogur dietético de fresa, encontrando que el yogur de fresa con edulcorante sucralosa fue el más aceptado por los consumidores.

1.2.1 Objetivo General

- Determinar el efecto de tres concentraciones de estabilizador de yogur y dos edulcorantes artificiales en las propiedades físico-químicas y sensoriales del yogur sin grasa y sin azúcar.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de aspartame y Splenda® en las propiedades físico químicas y sensoriales del yogur sin grasa y sin azúcar.
- Determinar el efecto de tres concentraciones de estabilizador de yogur en las propiedades físico químicas y sensoriales del yogur sin grasa y sin azúcar.
- Elaborar la formulación y flujo de proceso para el yogur sin grasa y sin azúcar utilizando tres concentraciones de estabilizador de yogur y dos edulcorantes artificiales.
- Determinar el aporte nutricional teórico del yogur de fresa sin grasa y sin azúcar.
- Determinar los costos variables de producción del yogur de fresa sin grasa y sin azúcar.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EDULCORANTES

Se conocen con el nombre de edulcorantes aquellos compuestos naturales o sintéticos dotados de un sabor azucarado, pero con un poder energético insignificante en comparación con la sacarosa. Los edulcorantes constituyen parte de los grupos de aditivos alimentarios que sufren actualmente un alto incremento en consumo debido a la demanda de productos bajos en calorías, en los que no se desea sacrificar el sabor dulce (Cubero et al. 2002).

Un buen edulcorante no debe solamente aportar el sabor dulce sino también deben reunir algunas características como: solubilidad suficiente, estabilidad en un intervalo amplio de temperatura y pH, sabor dulce puro, que posea un poder edulcorante superior al azúcar común, de tal forma que este tenga un aporte calórico inferior o nulo, además debe ser inocuo y seguro para el consumo humano (Cubero et al. 2002).

2.1.1 Sucralosa (Splenda®)

Como se observa en la figura 1 la sucralosa o tri-cloro-galactosucrosa descubierta por Hough de Tate y Lyle en 1979, es un producto obtenido a partir de sacarosa por la fijación de una molécula de cloro sobre el grupo hidroxilo y modificación de la configuración tipo gluco cambiándola en tipo galacto. Es un polvo cristalino blanco, no higroscópico, posee una solubilidad en agua muy elevada hasta 260 g/L a 20°C y es estable en disolución en un rango de pH entre 3 y 7. Su estabilidad a la temperatura es muy buena ya que soporta hasta 25 minutos a 80°C ó 4 minutos a 230°C, sin sufrir ningún cambio por descomposición (Multon et al. 2000).

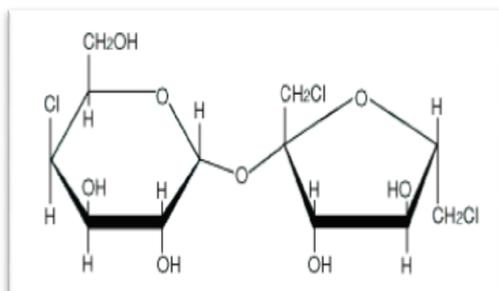


Figura 1. Estructura química de la sucralosa (Splenda®).

Fuente: (Nutrinfo 2000)

La sucralosa es tres veces más dulce que el aspartame y 600 veces más que el azúcar común y presenta muy buena estabilidad a temperaturas y condiciones ácidas, prevalecientes en el procesamiento y almacenamiento de alimentos. Actualmente es muy utilizado en yogur light o “bajo en carbohidratos”, bebidas y smoothies (Chandan 2006).

2.1.2 Aspartame

Como se observa en la figura 2 el aspartame es un edulcorante dipeptídico compuesto por dos aminoácidos, el N-L- α -aspartil-L-fenilalanina-1-metiléster. Sintetizado a partir del ácido aspártico y del ester metílico de fenilalanina (Cubero et al. 2002).

El Aspartame es parcialmente hidrolizado en péptidos individuales y etanol por estearasas intestinales, sin embargo la contribución calórica del producto final es prácticamente cero debido a que el nivel utilizado es muy bajo. Este tiende a degradarse lentamente durante el almacenamiento y vida de anaquel del yogur; algunos estudios han demostrado que cerca del 7% del aspartame se inactiva en el yogur almacenado a 4°C por 8 semanas (Chandan 2006).

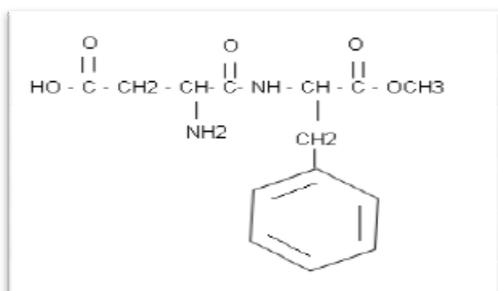


Figura 2. Estructura química del aspartame.

Fuente: América Alimentos.

El aspartame posee un poder edulcorante entre 160-220 veces (Cuadro 1) más que la sacarosa (FDA 1999). Algunos productos lácteos como yogures y helados destacan entre los productos elaborados con aspartame, ya que este es uno de los edulcorantes intensos mayormente utilizados actualmente en la industria alimentaria (Cubero et al. 2002).

Cuadro 1. Edulcorantes de Alta Intensidad Aprobados por la FDA para Uso en Yogur.

Edulcorante No Calórico	Factor Dulzura, Sucrosa = 1
Aspartame	160-220
Sucralosa	600

Fuente: Chandan (2006), adaptado por los autores.

2.2 ESTABILIZADORES

El término estabilizadores engloba sustancias naturales poliméricas solubles o dispersables en agua que son comúnmente conocidas como gomas (Cubero et al. 2002).

Según Chandan (2006), el propósito de añadir estabilizadores al yogur es evitar la liberación de suero, incrementar la viscosidad y mantener la estructura de gel después del bombeo, mezclado y enfriado del yogur; algunos de los factores a tomar en cuenta para su elección son:

- Tipo de yogur producido.
- Formulación: contenido graso y sólidos totales.
- Firmeza y consistencia deseada.
- Equipo de procesamiento disponible.

Además los estabilizadores presentan sensibilidad al cizallamiento, temperaturas a las cuales son sometidos, acidez del producto en el cual son utilizados, tiempo y efectos sinérgicos con otras gomas (Chandrasekaran 1997).

3. METODOLOGÍA

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

La elaboración del yogur bajo en grasa y sin azúcar y la toma de datos de los 6 tratamientos, se realizó en la planta de lácteos de Zamorano, los análisis físico-químicos se realizaron en el laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano y el análisis sensorial se llevó a cabo en el laboratorio de evaluación sensorial de alimentos, todos ubicados en el departamento de Francisco Morazán, 32 Km. Al este de Tegucigalpa, Honduras.

3.2 MATERIALES

3.2.1 Materias Primas

- Leche descremada (0.5%).
- Cultivo láctico. YC- 180 Chr. Hansen® Yo-Flex.
- Cultivo termófilo propagado: *Streptococcus salivarius ssp. Thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.
- Estabilizador para yogur.
- Edulcorante Splenda®.
- Edulcorante Aspartame.

3.2.2 Materiales y Equipos

- Pasteurizador HTST.
- Yogos de 50 litros.
- Quesera de 200 litros (incubación).
- Agitador.
- Cuarto frío (4°C).
- Envases de poliestireno 450 g.
- Balanzas precisión. Marca Yamato, modelo YP8100, Yamato®.
- Materiales de laboratorio para obtener acidez titulable del yogur: Pipeta de 9 ml solución de Fenolftaleína, solución de Hidróxido de Sodio 0.1 N, recipiente blanco.
- Materiales de laboratorio para los análisis microbiológicos: Agua peptonada, platos petri, incubadora a 45 ° C, mecheros, termómetro, probeta graduada de 25ml, pipetas de 1 ml, medio selectivo de crecimiento VRBA.
- Materiales de laboratorio para los análisis físico-químicos del yogur bajo en grasa y sin azúcar: Colorflex Hunter Lab®, Viscosímetro de Brookfield.

3.3 FORMULACIÓN

Se elaboraron 6 tratamientos con diferente formulación (Cuadro 2), basada en el proceso de elaboración de yogur de la planta de lácteos. Cada formulación de los tratamientos fue basada en 5kg, los cultivos lácticos fueron inoculados en un rango entre 43 y 45°C hasta obtener un ATECAL entre 0.85 y 0.90. Luego de obtener el ATECAL, se almacenó a 4°C por 24 horas para que el ATECAL alcanzara un valor de 0.90, finalmente se agregó sabor a fresa y colorante junto con el sorbato de potasio como preservante, además se añadió Splenda® a tres tratamientos y aspartame a los otros tres. El yogur fue almacenado a 4°C.

Cuadro 2. Formulación de los 6 tratamientos.

Tratamiento	LDP (g)	Estabilizador (g)	Cultivo (ml)	Sorbato	Saborizante (ml)	Color (ml)	Splenda (g)	Aspartame (g)
0.3 Est.+ 0.5% Spl.	540	15	21.6	2.5	6	2.5	25	
0.4 Est.+ 0.5% Spl.	540	20	21.7	2.5	6	2.5	25	
0.5 Est.+ 0.5% Spl.	540	25	21.8	2.5	6	2.5	25	
0.3 Est.+ 0.15% Asp.	540	15	21.9	2.5	6	2.5		7.5
0.4 Est.+ 0.15% Asp.	540	20	21.10	2.5	6	2.5		7.5
0.5 Est.+ 0.15% Asp.	540	25	21.11	2.5	6	2.5		7.5

3.4 PRUEBAS PRELIMINARES

Se realizaron 2 pruebas preliminares utilizando goma guar y xanthan en 3 concentraciones diferentes (80/20%, 70/30%, 60/40% , respectivamente) como estabilizadores del yogur y con dos edulcorantes artificiales que fueron Splenda® y aspartame, para obtener una textura y sabor similares al yogur zamorano. Se realizaron pruebas sensoriales de aceptación para los 6 tratamientos con un panel no entrenado de 20 personas, además se midieron las características físico-químicas de todos los tratamientos.

3.5 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial exploratorio se realizó con un grupo de 20 panelistas no entrenados, pero familiarizados con el producto, utilizando una escala hedónica de 1 a 5, siendo 1 el menos aceptado y 5 el de mayor aceptación, se evaluó si se detectaron diferencias entre los atributos sensoriales del yogur sin grasa y sin azúcar.

Se realizaron 6 tratamientos con 3 repeticiones al día 1, 15 y 30 y se analizaron las siguientes características: apariencia, aroma, viscosidad, acidez, sabor y aceptación general. Los datos obtenidos de las evaluaciones sensoriales fueron analizados a través de un ANDEVA, con una separación de medias Duncan ($P < 0.05$) y LS Means, siendo en la prueba de ordenamiento la media más alta el yogur más aceptado y la media más baja el menos aceptado.

Luego de determinar los dos mejores tratamientos, se realizó un análisis de preferencia con 75 consumidores utilizando una prueba de ordenamiento múltiple ó Ranking Test, para comparar los dos mejores tratamientos del experimento con el yogur de las marcas Yoplait y Yes, ambos en su presentación light con sabor a fresa.

3.6 ANÁLISIS FÍSICOS

Los análisis de color y viscosidad para los 6 tratamientos se realizaron en el laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano (LAAZ), los días 1, 15 y 30.

La viscosidad se midió con el viscosímetro de Brookfield, utilizando los acoples #4 y #5 a 100 rpm, todos los datos fueron tomados a una temperatura de 10°C. Para color se utilizó el Colorflex de Hunterlab®, donde analizamos los valores L* a* b*, estos valores describen los colores en tres ejes de coordenadas. El valor L* mide claridad u oscuridad, en una escala de 0-100, siendo el color negro 0 y el blanco 100. El valor a* mide los colores del verde al rojo en una escala de -60 a 60, siendo a*(-) verde y a*(+) rojo. El valor de b* mide del azul al amarillo en una escala de -60 a 60, siendo b*(-) azul y b*(+) amarillo.

3.7 ANÁLISIS QUÍMICOS

Los análisis químicos de ATECAL y pH se realizaron al día 1, 15 y 30 en la Planta de Lácteos.

Se realizó análisis proximal de grasa para los dos mejores tratamientos, siguiendo el método de Babcock (AOAC 933.05). Utilizando ácido sulfúrico para digerir las proteínas, generar calor y liberar la grasa. Luego la muestra fue sometida a las fuerzas de centrifugación por 5 minutos, se añadió agua caliente para aislar la fracción grasa y se midió volumétricamente.

El análisis de pH se realizó utilizando el potenciómetro de la planta de lácteos. Para el análisis de ATECAL (AOAC 920. 124), se utilizó el procedimiento de medición de acidez titulable, que consiste en tomar 9ml de muestra, mezclar con 3 gotas de fenolftaleína y titular con hidróxido de sodio (NaOH), hasta que el yogur se torne de color rosado.

3.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

El análisis microbiológico para detección de coliformes totales se realizó en la planta de lácteos de Zamorano, a los días 1, 15 y 30 para los 6 tratamientos; se utilizó Violet Red Bile Agar (VRBA) como medio, aplicando la técnica de vertido para la siembra en platos Petri que se incubaron a 35°C durante 24 horas.

El conteo final de coliformes totales debe ser <10 ufc/ml para productos lácteos y derivados (ICAITI, 2002).

3.9 ANÁLISIS DE CALORÍAS

Para obtener la etiqueta nutricional del yogur de fresa sin grasa y sin azúcar y la cantidad de calorías se utilizó el programa Food Processor.

3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.10.1 Tratamientos evaluados

El estudio determinó la mejor combinación de porcentaje de estabilizador y edulcorante no calórico, asociados a las características físico-químicas y sensoriales del yogur sin grasa y sin azúcar. El cuadro 3 muestra la evaluación de 3 niveles de estabilizador y dos diferentes edulcorantes no calóricos.

Cuadro 3. Diseño Experimental.

	Est. 0.3%	Est. 0.4%	Est. 0.5%
Splenda 0.5%	Trt 1	Trt 2	Trt 3
Aspartame 0.15%	Trt 4	Trt 5	Trt 6

3.10.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de BCA (Bloques Completos al Azar), con 6 tratamientos y 3 repeticiones (Cuadro 3), en el cual se evaluaron las características físico-químicas y sensoriales de los mismo. Se utilizó el programa “Statistical Analysis Software” SAS (SAS® versión 9.1) con un separación de medias Duncan y LS Means.

3.11 ANÁLISIS DE COSTOS VARIABLES

Para determinar el costo del yogur de fresa sin grasa y sin azúcar, se realizó un análisis de costos variables en la producción del yogur, sin considerar los costos fijos del proceso.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRUEBAS PRELIMINARES

Se realizaron 2 pruebas utilizando goma guar y xanthan como estabilizadores (80/20%, 70/30%, 60/40%, respectivamente), con ninguna de las concentraciones se obtuvo la viscosidad y textura esperada, debido a la pobre solubilidad de los hidrocoloides utilizados en la mezcla para yogur, dando como resultado un producto con apariencia, sabor, viscosidad no aceptados en el análisis sensorial exploratorio con 20 panelistas no entrenados.

En un estudio realizado en la Universidad de Antioquía en Colombia que se realizó para evaluar la mezcla más adecuada de los estabilizadores goma guar, goma xanthan y carragenina en la bebida láctea tipo kumis, se encontró que la mejor mezcla entre goma xanthan y guar fue de 93 y 7% respectivamente, debido a que este tratamiento presentó los mejores valores de viscosidad y fue el más aceptado por los consumidores (Gaviria 2009).

4.2 PROCESO DE ELABORACIÓN DEL YOGUR SIN GRASA SIN AZÚCAR.

El proceso de elaboración del yogur de fresa sin grasa y sin azúcar se desarrollo tomando como marco de referencia el flujo de proceso que se utiliza en la planta de lácteos para producir el yogur de fresa.

4.3 FLUJO DE PROCESO DEL YOGUR SIN GRASA SIN AZÚCAR.

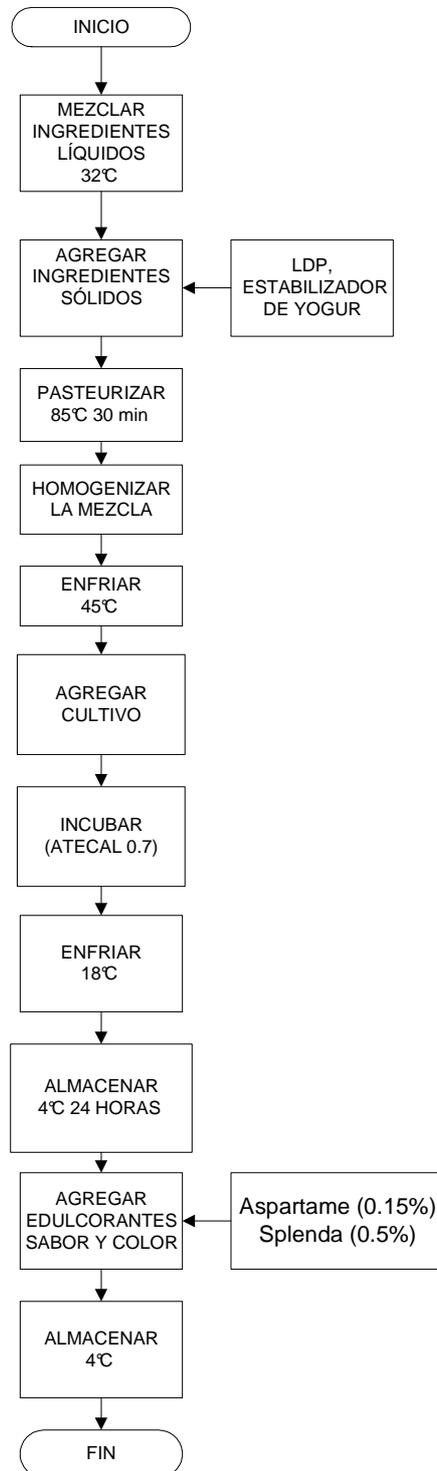


Figura 3. Flujo de proceso del yogur sin grasa y sin azúcar.

4.4 ANÁLISIS SENSORIAL EXPLORATORIO

En el cuadro 4 se muestra el resumen de los resultados obtenidos del análisis sensorial exploratorio para los atributos que no mostraron interacción significativa entre tratamiento y tiempo; los panelistas evaluaron en una escala de 1 a 5, los atributos de apariencia, aroma, viscosidad, sabor y aceptación general.

Según los datos mostrados en el cuadro 4 los panelistas prefirieron la apariencia, aroma, sabor de los yogures elaborados con 0.3 y 0.5% de estabilizador y con 0.15% de aspartame como edulcorante, sin existir diferencia significativa entre ambos tratamientos.

Para el atributo viscosidad los panelistas prefirieron los yogures elaborados con 0.3 y 0.5% de estabilizador y con 0.15% de aspartame, sin embargo si se encontró diferencia significativa entre ambos tratamientos, siendo más aceptado el yogur con 0.5% de estabilizador y 0.15% de aspartame (aceptación 4.072).

Cuadro 4. Análisis sensorial exploratorio del yogur bajo en grasa y sin azúcar.*

Tratamiento	Apariencia ± DE	Aroma ± DE	Viscosidad ± DE	Acidez ± DE	Sabor ± DE	Aceptación General ± DE
0.3 Est.+0.5% Spl.	3.73 ± 1.12 ^b	3.38 ± 1.04 ^b	3.45 ± 1.14 ^c	2.77 ± 1.21 ^c	2.45 ± 1.25 ^c	2.65 ± 1.15 ^c
0.4 Est.+0.5% Spl.	3.26 ± 1.12 ^c	3.31 ± 1.04 ^b	3.07 ± 1.14 ^d	2.87 ± 1.21 ^c	2.55 ± 1.25 ^c	2.68 ± 1.15 ^c
0.5 Est.+0.5% Spl.	3.29 ± 1.12 ^c	3.30 ± 1.04 ^b	3.13 ± 1.14 ^d	2.69 ± 1.21 ^c	2.58 ± 1.25 ^c	2.68 ± 1.15 ^c
0.3 Est.+0.15% Asp.	4.04 ± 1.12 ^a	3.88 ± 1.04 ^a	3.79 ± 1.14 ^b	3.72 ± 1.21 ^a	3.83 ± 1.25 ^a	3.77 ± 1.15 ^a
0.4 Est.+0.15% Asp.	3.42 ± 1.12 ^c	3.39 ± 1.04 ^b	3.37 ± 1.14 ^c	3.30 ± 1.21 ^b	3.17 ± 1.25 ^b	3.24 ± 1.15 ^b
0.5 Est.+0.15% Asp.	3.96 ± 1.12 ^{ab}	3.86 ± 1.04 ^a	4.07 ± 1.14 ^a	3.87 ± 1.21 ^a	3.89 ± 1.25 ^a	3.83 ± 1.15 ^a

* Medias seguidas con diferente letra en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

4.4.1 Apariencia

Como se muestra en el cuadro 5 los panelistas prefirieron la apariencia de los yogures elaborados con 0.3 y 0.5% de estabilizador ambos con 0.15% de aspartame y el yogur elaborado con 0.3% de estabilizador y 0.5% de Splenda® los días 1 y 15, sin embargo para el día 30 los yogures con la mejor apariencia fueron los elaborados con 0.3 y 0.5% de estabilizador y con 0.15% de aspartame, sin encontrarse diferencia significativa entre ambos tratamientos, ni interacción entre los tratamientos y el tiempo. Lo anterior indica que las diferencias observadas se deben a la variabilidad incluida por la falta de entrenamiento de los panelistas y por las diferencias encontradas en el análisis de color en laboratorio.

Cuadro 5. Análisis sensorial por día de la variable apariencia.*

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	Apariencia ± DE	Apariencia ± DE	Apariencia ± DE
0.3 Est.+ 0.5% Spl.	3.90 ± 1.13 ^{a(X)}	3.73 ± 1.11 ^{ab(X)}	3.58 ± 1.22 ^{b(X)}
0.4 Est.+ 0.5% Spl.	3.16 ± 1.27 ^{b(X)}	3.35 ± 1.13 ^{bc(X)}	3.28 ± 1.09 ^{b(X)}
0.5 Est.+ 0.5% Spl.	3.33 ± 1.24 ^{b(X)}	3.21 ± 1.13 ^{c(X)}	3.33 ± 1.10 ^{b(X)}
0.3 Est.+ 0.15% Asp.	3.95 ± 1.15 ^{a(X)}	4.05 ± 0.96 ^{a(X)}	4.14 ± 0.94 ^{a(X)}
0.4 Est.+ 0.15% Asp.	3.18 ± 1.23 ^{b(Y)}	3.43 ± 1.29 ^{bc(XY)}	3.64 ± 1.20 ^{b(X)}
0.5 Est.+ 0.15% Asp.	3.88 ± 0.97 ^{a(X)}	3.95 ± 0.99 ^{a(X)}	4.05 ± 0.87 ^{a(X)}

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

4.4.2 Aroma

Para el atributo aroma los panelistas prefirieron los yogures elaborados con 0.3 y 0.5% de estabilizador y con 0.15% de aspartame, sin encontrarse diferencia significativa entre ambos tratamientos, ni interacción entre los tratamientos y el tiempo. Este resultado muestra que los panelistas aceptaron de igual manera todos los tratamientos a través del tiempo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis sensorial por día de la variable aroma.*

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	Aroma ± DE	Aroma ± DE	Aroma ± DE
0.3 Est.+ 0.5% Spl.	3.60 ± 1.12 ^{ab(X)}	3.26 ± 0.97 ^{b(X)}	3.28 ± 1.07 ^{b(X)}
0.4 Est.+ 0.5% Spl.	3.18 ± 1.11 ^{c(X)}	3.45 ± 1.08 ^{b(X)}	3.30 ± 0.90 ^{b(X)}
0.5 Est.+ 0.5% Spl.	3.43 ± 1.06 ^{bc(X)}	3.35 ± 1.00 ^{b(X)}	3.13 ± 1.02 ^{b(X)}
0.3 Est.+ 0.15% Asp.	3.86 ± 1.06 ^{a(X)}	3.83 ± 0.97 ^{a(X)}	3.96 ± 1.03 ^{a(X)}
0.4 Est.+ 0.15% Asp.	3.59 ± 1.05 ^{ab(X)}	3.31 ± 1.20 ^{b(X)}	3.27 ± 1.14 ^{b(X)}
0.5 Est.+ 0.15% Asp.	3.90 ± 0.95 ^{a(X)}	3.90 ± 1.03 ^{a(X)}	3.78 ± 0.97 ^{a(X)}

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

4.4.3 Viscosidad

Según los datos mostrados en el cuadro 7 los panelistas prefirieron la viscosidad de los yogures elaborados con 0.3 y 0.5% de estabilizador y con 0.15% de aspartame como edulcorante, sin existir diferencia significativa entre ambos tratamientos, ni interacción entre los tratamientos y el tiempo. Lo anterior indica que los panelistas aceptaron de igual

manera la viscosidad de todos los tratamientos a través del tiempo, excepto para el tratamiento con 0.4 de estabilizador y 0.15% de aspartame que si fue menos aceptado en el día 1 para este atributo.

Cuadro 7. Análisis sensorial por día de la variable viscosidad.*

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	Viscosidad ± DE	Viscosidad ± DE	Viscosidad ± DE
0.3 Est.+ 0.5% Spl.	3.56 ± 1.16 ^{b(X)}	3.48 ± 0.98 ^{b(X)}	3.30 ± 1.29 ^{c(X)}
0.4 Est.+ 0.5% Spl.	2.96 ± 1.20 ^{c(X)}	3.06 ± 1.23 ^{c(X)}	3.20 ± 1.11 ^{c(X)}
0.5 Est.+ 0.5% Spl.	3.10 ± 1.27 ^{c(X)}	3.01 ± 1.29 ^{c(X)}	3.28 ± 1.14 ^{c(X)}
0.3 Est.+ 0.15% Asp.	3.70 ± 1.19 ^{ab(X)}	3.81 ± 0.98 ^{ab(X)}	3.85 ± 1.06 ^{ab(X)}
0.4 Est.+ 0.15% Asp.	3.00 ± 1.15 ^{c(Y)}	3.65 ± 1.33 ^{b(X)}	3.47 ± 1.13 ^{bc(X)}
0.5 Est.+ 0.15% Asp.	4.01 ± 0.89 ^{a(X)}	4.08 ± 1.01 ^{a(X)}	4.11 ± 0.97 ^{a(X)}

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

4.4.4 Acidez

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis sensorial, se encontró que si hubo interacción significativa entre los tratamientos y el tiempo (trt*día P< 0.05) por lo que se realizó un análisis de los datos obtenidos por día.

Como se muestra en el cuadro 8 los panelistas prefirieron la acidez de los yogures elaborados con 0.3 y 0.5% de estabilizador y con 0.15% de aspartame en los días 1, 15 y 30, sin encontrarse diferencia significativa entre ambos tratamientos, aunque en el día 15 el tratamiento con 0,4% de estabilizador y 0.15% aspartame fue igualmente aceptado al no encontrarse diferencia significativa con los tratamientos elaborados con 0.3 y 0.5% de estabilizador ambos con 0.15% de aspartame.

Cuadro 8. Análisis sensorial por día de la variable acidez.*

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	Acidez ± DE	Acidez ± DE	Acidez ± DE
0.3% Est.+ 0.5% Spl.	2.98 ± 1.24 ^{b(X)}	2.55 ± 1.15 ^{c(Y)}	2.80 ± 1.19 ^{bc(XY)}
0.4% Est.+ 0.5% Spl.	2.66 ± 1.37 ^{b(X)}	3.05 ± 1.29 ^{b(X)}	2.90 ± 1.13 ^{bc(X)}
0.5% Est.+ 0.5% Spl.	2.78 ± 1.13 ^{b(X)}	2.63 ± 1.27 ^{bc(X)}	2.66 ± 1.16 ^{c(X)}
0.3% Est.+ 0.15% Asp.	3.63 ± 1.28 ^{a(X)}	3.73 ± 1.16 ^{a(X)}	3.81 ± 1.10 ^{a(X)}
0.4% Est.+ 0.15% Asp.	3.06 ± 1.35 ^{b(Y)}	3.66 ± 1.27 ^{a(X)}	3.18 ± 1.34 ^{b(Y)}
0.5% Est.+ 0.15% Asp.	3.58 ± 1.18 ^{a(Y)}	3.90 ± 1.17 ^{a(Y)}	4.13 ± 1.01 ^{a(XY)}

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

4.4.5 Sabor

Según los resultados obtenidos en el análisis sensorial, se encontró que no hubo interacción significativa entre los tratamientos y el tiempo, además se observó que los tratamientos preferidos por los panelistas fueron los elaborados con 0.3 y 0.5% de estabilizador y con 0.15% de aspartame en los días 1, 15 y 30, sin encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos. Este resultado muestra que las diferencias observadas se debieron a la variabilidad incluida por la falta de entrenamiento de los panelistas.

Cuadro 9. Análisis sensorial por día de la variable sabor.*

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	Sabor ± DE	Sabor ± DE	Sabor ± DE
0.3 Est.+ 0.5% Spl.	2.50 ± 1.11 ^{b(X)}	2.25 ± 1.09 ^{c(X)}	2.60 ± 1.09 ^{c(X)}
0.4 Est.+ 0.5% Spl.	2.30 ± 1.23 ^{b(Y)}	2.71 ± 1.20 ^{c(X)}	2.65 ± 1.14 ^{c(XY)}
0.5 Est.+ 0.5% Spl.	2.61 ± 1.32 ^{b(X)}	2.50 ± 1.35 ^{c(X)}	2.62 ± 1.25 ^{c(X)}
0.3 Est.+ 0.15% Asp.	3.55 ± 1.43 ^{a(Y)}	3.98 ± 1.03 ^{a(X)}	3.96 ± 1.21 ^{a(XY)}
0.4 Est.+ 0.15% Asp.	2.79 ± 1.29 ^{b(Z)}	3.48 ± 1.52 ^{b(X)}	3.25 ± 1.48 ^{b(XY)}
0.5 Est.+ 0.15% Asp.	3.73 ± 1.27 ^{a(X)}	3.78 ± 1.30 ^{ab(X)}	4.16 ± 1.12 ^{a(X)}

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

4.4.6 Aceptación General

Según los resultados obtenidos en el análisis sensorial, se encontró que no hubo interacción significativa entre los tratamientos y el tiempo, además se observó que los tratamientos preferidos por los panelistas fueron los elaborados con 0.3 y 0.5% de estabilizador y con 0.15% de aspartame en los días 1, 15 y 30, sin encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos. Este resultado muestra que los cambios en acidez y viscosidad afectaron la aceptación de los panelistas a lo largo del tiempo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis sensorial por día de la variable aceptación general.*

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	Aceptación	Aceptación	Aceptación
	General ± DE	General ± DE	General ± DE
0.3 Est.+ 0.5% Spl.	2.56 ± 1.03 ^{bc(X)}	2.53 ± 1.08 ^{b(X)}	2.85 ± 1.19 ^{c(X)}
0.4 Est.+ 0.5% Spl.	2.41 ± 1.12 ^{c(Y)}	2.78 ± 1.19 ^{b(XY)}	2.85 ± 0.97 ^{c(X)}
0.5 Est.+ 0.5% Spl.	2.71 ± 1.23 ^{bc(X)}	2.71 ± 1.13 ^{b(X)}	2.61 ± 1.09 ^{c(X)}
0.3 Est.+ 0.15% Asp.	3.51 ± 1.22 ^{a(Y)}	3.78 ± 1.09 ^{a(XY)}	4.03 ± 1.03 ^{a(X)}
0.4 Est.+ 0.15% Asp.	2.89 ± 1.16 ^{b(Y)}	3.43 ± 1.43 ^{a(X)}	3.38 ± 1.35 ^{b(X)}
0.5 Est.+ 0.15% Asp.	3.61 ± 1.20 ^{a(Y)}	3.81 ± 1.24 ^{a(XY)}	4.08 ± 1.01 ^{a(X)}

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

4.4.7 Análisis de preferencia

De acuerdo con los resultados mostrados en el cuadro 11, no se detectaron diferencias significativas en preferencia entre las marcas Yoplait, Yes y el yogur con 0.5% de estabilizador y 0.15% de aspartame. Sin embargo, para el tratamiento con 0.3% de estabilizador y 0.15% de aspartame si se detectó diferencia significativa en preferencia, siendo este el menos preferido por los consumidores.

Este resultado puede atribuirse al edulcorante utilizado, ya que los yogures de las marcas Yoplait y Yes son elaborados con Splenda®, mientras que los dos mejores tratamientos del estudio fueron elaborados utilizando aspartame. Esto influye en la decisión de los consumidores ya que actualmente Splenda® es muy utilizado como edulcorante en la elaboración de yogur light ó bajo en grasa (Chandan 2006).

Cuadro 11. Análisis de preferencia.*

Muestras	Suma de Ordenamiento	Diferencia entre las muestras
Yoplait	220	A
Yes	215	A
0.5% Est.+ 0.15% Asp.	203	A
0.3% Est.+ 0.15% Asp.	112	B

*Medias seguidas con diferente letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

4.5 ANÁLISIS FÍSICOS

4.5.1 Color

Como se observa en el cuadro 12, se encontraron diferencias significativas en el valor L^* de los tratamientos para los días 1 y 15, sin embargo en el día 30 no se observaron diferencias significativas, además se encontró que no hubo interacción significativa entre los tratamientos y el tiempo. Este resultado muestra que las diferencias observadas en claridad, entre los días 1, 15 y 30 se debieron a la variabilidad incluida en el análisis de laboratorio, más no al efecto del tiempo sobre los tratamientos.

Cuadro 12. Análisis de color por día por día: valor L^*

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	$L^* \pm DE$	$L^* \pm DE$	$L^* \pm DE$
0.3 Est.+ 0.5% Spl.	$86.59 \pm 3.23^{ab(Y)}$	$86.41 \pm 2.72^{ab(Y)}$	$88.62 \pm 0.57^{a(X)}$
0.4 Est.+ 0.5% Spl.	$86.16 \pm 2.85^{b(Y)}$	$85.74 \pm 2.15^{ab(Y)}$	$89.16 \pm 2.19^{a(X)}$
0.5 Est.+ 0.5% Spl.	$86.10 \pm 3.77^{b(Y)}$	$85.43 \pm 3.88^{b(Y)}$	$88.65 \pm 0.73^{a(X)}$
0.3 Est.+ 0.15% Asp.	$86.91 \pm 1.45^{ab(Y)}$	$86.32 \pm 0.80^{ab(Y)}$	$88.61 \pm 1.98^{a(X)}$
0.4 Est.+ 0.15% Asp.	$86.93 \pm 1.79^{ab(Y)}$	$86.25 \pm 1.44^{ab(Y)}$	$88.92 \pm 2.33^{a(X)}$
0.5 Est.+ 0.15% Asp.	$87.29 \pm 1.38^{a(Y)}$	$86.87 \pm 0.74^{a(Y)}$	$89.15 \pm 2.00^{a(X)}$

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Según los datos mostrados en el cuadro 13, se encontraron diferencias significativas en el valor a^* de los tratamientos para los días 1, 15 y 30, además se encontró que no hubo interacción significativa entre los tratamientos y el tiempo. Este resultado muestra que las diferencias observadas en el color rojo de los yogures, entre los días 1, 15 y 30, se debieron a la variabilidad incluida en la elaboración de los yogures y en el análisis de laboratorio.

Cuadro 13. Análisis de color por día: valor a.*

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	a* ± DE	a* ± DE	a* ± DE
0.3 Est.+ 0.5% Spl.	10.94 ± 3.78 ^{ab(X)}	10.74 ± 3.62 ^{ab(X)}	10.19 ± 4.95 ^{ab(X)}
0.4 Est.+ 0.5% Spl.	10.91 ± 1.38 ^{ab(X)}	10.84 ± 1.10 ^{ab(X)}	8.16 ± 1.53 ^{ab(Y)}
0.5 Est.+ 0.5% Spl.	11.01 ± 2.62 ^{ab(X)}	10.68 ± 3.27 ^{ab(X)}	8.81 ± 1.07 ^{ab(Y)}
0.3 Est.+ 0.15% Asp.	11.40 ± 1.08 ^{a(X)}	11.13 ± 0.84 ^{a(Y)}	10.67 ± 1.11 ^{a(Z)}
0.4 Est.+ 0.15% Asp.	9.47 ± 0.99 ^{b(X)}	9.19 ± 1.21 ^{b(X)}	7.92 ± 2.60 ^{b(Y)}
0.5 Est.+ 0.15% Asp.	10.35 ± 0.67 ^{ab(X)}	10.14 ± 0.61 ^{ab(Y)}	9.40 ± 0.68 ^{ab(Z)}

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

En el cuadro 14, se muestran los resultados obtenidos para el valor b*, para los cuales se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para los días 15 y 30, además se encontró que no hubo interacción significativa entre los tratamientos y el tiempo. Este resultado muestra que las diferencias observadas en la tonalidad amarilla de los yogures, entre los días 1, 15 y 30, se debieron a la variabilidad incluida en la elaboración de los yogures y en el análisis de laboratorio.

Cuadro 14. Análisis de color por día: valor b.*

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	b* ± DE	b* ± DE	b* ± DE
0.3 Est.+ 0.5% Spl.	6.16 ± 1.21 ^{a(X)}	5.89 ± 1.69 ^{ab(X)}	6.06 ± 1.86 ^{ab(X)}
0.4 Est.+ 0.5% Spl.	6.06 ± 0.64 ^{a(Y)}	5.61 ± 0.80 ^{b(Y)}	7.12 ± 1.33 ^{a(X)}
0.5 Est.+ 0.5% Spl.	6.22 ± 1.18 ^{a(X)}	6.07 ± 2.26 ^{ab(X)}	6.57 ± 1.28 ^{ab(X)}
0.3 Est.+ 0.15% Asp.	5.89 ± 0.56 ^{a(X)}	5.48 ± 0.97 ^{b(Y)}	5.42 ± 0.93 ^{b(Y)}
0.4 Est.+ 0.15% Asp.	6.69 ± 1.21 ^{a(Y)}	6.69 ± 0.92 ^{a(Y)}	7.28 ± 1.81 ^{a(X)}
0.5 Est.+ 0.15% Asp.	6.15 ± 0.46 ^{a(X)}	6.19 ± 0.99 ^{ab(X)}	6.04 ± 0.89 ^{ab(X)}

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

De acuerdo con los resultados mostrados en el cuadro 15, no existieron diferencias significativas en el valor L* (87.210-87.773) por lo que todos los yogures fueron iguales en claridad (blanco). Para el valor a* sí existieron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el yogur elaborado con 0.4% de estabilizador y 0.15% de aspartame significativamente diferente de los demás tratamientos con un color rojo menos intenso. En el valor b* si se encontraron diferencias significativas entre los yogures, siendo el yogur elaborado con 0.4% de estabilizador y 0.15% de aspartame significativamente

diferente de los demás tratamientos con una tonalidad amarilla más intensa y el yogur elaborado con 0.3% de estabilizador y 0.15% de aspartame el amarillo menos intenso. Relacionando estos datos con el análisis sensorial, los panelistas aceptaron más los tratamientos con 0.15% de aspartame que mostraron un color rojo más intenso.

Cuadro 15. Análisis de color de yogur de fresa bajo en grasa y sin azúcar.*

Tratamiento	L* ± DE	a* ± DE	b* ± DE
0.3% Est.+ 0.5% Spl.	87.21 ± 2.57 ^a	10.63 ± 4.01 ^a	6.04 ± 1.55 ^{bc}
0.4% Est.+ 0.5% Spl.	87.02 ± 2.79 ^a	9.97 ± 1.84 ^a	6.26 ± 1.13 ^b
0.5% Est.+ 0.5% Spl.	87.72 ± 3.34 ^a	10.17 ± 2.59 ^a	6.29 ± 1.60 ^b
0.3% Est.+ 0.15% Asp.	87.28 ± 1.74 ^a	11.07 ± 1.03 ^a	5.60 ± 0.83 ^c
0.4% Est.+ 0.15% Asp.	87.37 ± 2.15 ^a	8.86 ± 1.82 ^b	6.89 ± 1.34 ^a
0.5% Est.+ 0.15% Asp.	87.77 ± 1.73 ^a	9.96 ± 0.75 ^a	6.13 ± 0.79 ^{bc}

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

4.5.2 Viscosidad

Como se muestra en el cuadro 16 los tratamientos con 0.3 y 0.5% de estabilizador y con 0.15% de aspartame tuvieron una viscosidad superior, sin embargo no se encontraron diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos, debido a que la acidez del yogur influyó en la viscosidad, observándose con el incremento gradual en acidez un incremento gradual en viscosidad. Relacionando esta información con los datos del análisis sensorial, a pesar de no existir diferencias significativas entre tratamientos, los yogures elaborados con 0.3 y 0.5% de estabilizador y con 0.15% de aspartame, fueron los más aceptados por los panelistas al presentar una viscosidad superior en el análisis sensorial.

Según Chandan (2006), mientras el ácido láctico se acumula durante la fermentación del azúcar, el pH disminuye progresivamente hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína y cuando esta precipita transforma la mezcla líquida en un gel semisólido, observándose un incremento en la viscosidad.

Cuadro 16. Análisis de viscosidad.*

Tratamiento	Fuerza CP ± D.E.
0.3% Est.+ 0.5% Spl.	1095.4 ± 340.59 ^a
0.4% Est.+ 0.5% Spl.	1280.9 ± 587.64 ^a
0.5% Est.+ 0.5% Spl.	1248.2 ± 704.68 ^a
0.3% Est.+ 0.15% Asp.	1271.1 ± 307.59 ^a
0.4% Est.+ 0.15% Asp.	1139.3 ± 647.15 ^a
0.5% Est.+ 0.15% Asp.	1438.2 ± 391.85 ^a

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Además según los resultados mostrados en el cuadro 17, se encontró que no hubo interacción significativa entre los tratamientos y el tiempo, sin observarse diferencias significativas en viscosidad entre los días 1, 15 y 30.

Cuadro 17. Análisis de viscosidad por día.*

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	Viscosidad ± DE	Viscosidad ± DE	Viscosidad ± DE
0.3 Est.+ 0.5% Spl.	1106.7 ± 434.31 ^{a(X)}	1220.0 ± 218.76 ^{a(X)}	959.7 ± 420.00 ^{b(X)}
0.4 Est.+ 0.5% Spl.	1114.7 ± 813.48 ^{a(X)}	1479.3 ± 767.12 ^{a(X)}	1248.7 ± 170.20 ^{ab(X)}
0.5 Est.+ 0.5% Spl.	1180.0 ± 936.17 ^{a(X)}	1247.3 ± 1010.58 ^{a(X)}	1317.3 ± 272.91 ^{a(X)}
0.3 Est.+ 0.15% Asp.	1269.3 ± 452.66 ^{a(X)}	1350.0 ± 357.91 ^{a(X)}	1194.0 ± 164.91 ^{ab(X)}
0.4 Est.+ 0.15% Asp.	1126.0 ± 810.25 ^{a(X)}	1153.2 ± 983.60 ^{a(X)}	1138.7 ± 225.18 ^{ab(X)}
0.5 Est.+ 0.15% Asp.	1396.7 ± 475.85 ^{a(X)}	1670.0 ± 468.72 ^{a(X)}	1248.0 ± 175.00 ^{ab(X)}

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

4.6 ANÁLISIS QUÍMICOS

4.6.1 Acidez (ATECAL)

De acuerdo con los resultados mostrados en el cuadro 18, no se observaron diferencias significativas en ATECAL entre los diferentes tratamientos de yogur, esto se explica gracias a que la producción de cada uno de los tratamientos se realizó utilizando la misma materia prima y bajo las mismas condiciones de tiempo y temperatura.

Cuadro 18. Análisis de acidez titulable (ATECAL).*

Tratamiento	ATECAL ± DE
0.3% Est.+ 0.5% Spl.	1.04 ± 0.06 ^a
0.4% Est.+ 0.5% Spl.	1.03 ± 0.08 ^a
0.5% Est.+ 0.5% Spl.	1.05 ± 0.11 ^a
0.3% Est.+ 0.15% Asp.	1.00 ± 0.06 ^a
0.4% Est.+ 0.15% Asp.	1.08 ± 0.13 ^a
0.5% Est.+ 0.15% Asp.	1.04 ± 0.08 ^a

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Además, según los resultados mostrados en el cuadro 19, se encontró que no hubo interacción significativa entre los tratamientos y el tiempo. Este resultado muestra que las diferencias observadas entre los días 1, 15 y 30 se debieron a la variabilidad incluida en el análisis de laboratorio y al crecimiento de bacterias ácido lácticas en el yogur, más no al efecto del tiempo sobre los tratamientos.

Cuadro 19. Análisis de acidez titulable (ATECAL) por día.*

Tratamiento	Día 1	Día 15	Día 30
	ATECAL ± DE	ATECAL ± DE	ATECAL ± DE
0,3 Est.+ 0.5% Spl.	0.98 ± 0.06 ^{a(Y)}	1.05 ± 0.04 ^{a(X)}	1.09 ± 0.06 ^{a(X)}
0,4 Est.+ 0.5% Spl.	0.96 ± 0.06 ^{a(Y)}	1.02 ± 0.04 ^{a(XY)}	1.11 ± 0.08 ^{a(X)}
0,5 Est.+ 0.5% Spl.	0.97 ± 0.09 ^{a(Y)}	1.08 ± 0.11 ^{a(XY)}	1.11 ± 0.10 ^(X)
0,3 Est.+ 0.15% Asp.	0.95 ± 0.03 ^{a(Y)}	1.00 ± 0.06 ^{a(XY)}	1.07 ± 0.02 ^{a(X)}
0,4 Est.+ 0.15% Asp.	1.00 ± 0.14 ^{a(X)}	1.03 ± 0.05 ^{a(X)}	1.20 ± 0.13 ^{a(X)}
0,5 Est.+ 0.15% Asp.	1.00 ± 0.07 ^{a(X)}	1.04 ± 0.07 ^{a(X)}	1.10 ± 0.10 ^{a(X)}

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

4.6.2 Acidez (pH)

De acuerdo con los resultados mostrados en el cuadro 20, se encontró que el tratamiento elaborado con 0.4% de estabilizador y 0.15% de aspartame tuvo la menor acidez, mientras que el yogur con 0.3% de estabilizador y 0.15% de aspartame fue el más ácido. Al mismo tiempo que no se detectaron diferencias significativas entre los demás tratamientos.

Relacionando estos datos con el análisis sensorial, los panelistas aceptaron más los tratamientos con aspartame que mostraron mayor acidez, que fueron los yogures con 0.3 y 0.5% de estabilizador y 0.15% de aspartame.

Cuadro 20. Análisis de pH.*

Tratamiento	pH ± DE
0.3% Est.+ 0.5% Spl.	4.48 ± 0.32 ^{bc}
0.4% Est.+ 0.5% Spl.	4.57 ± 0.28 ^{abc}
0.5% Est.+ 0.5% Spl.	4.59 ± 0.38 ^{ab}
0.3% Est.+ 0.15% Asp.	4.43 ± 0.13 ^c
0.4% Est.+ 0.15% Asp.	4.64 ± 0.42 ^a
0.5% Est.+ 0.15% Asp.	4.53 ± 0.24 ^{abc}

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

Como se muestra en el cuadro 21, se encontró que no hubo interacción significativa entre los tratamientos y el tiempo. Las diferencias observadas entre los días 1,15 y 30, se explican debido al crecimiento de bacterias ácido lácticas en el yogur y no al efecto del tiempo sobre los tratamientos, ya que la fermentación continúa durante el período de almacenamiento y venta, desarrollando a lo largo del tiempo mayor acidez (Walstra et al. 2001).

Cuadro 21. Análisis de pH por día.*

	Día 1	Día 15	Día 30
Tratamiento	pH ± DE	pH ± DE	pH ± DE
0,3 Est.+ 0.5% Spl.	4.63 ± 0.40 ^{ab(X)}	4.44 ± 0.36 ^{a(X)}	4.37 ± 0.26 ^{a(X)}
0,4 Est.+ 0.5% Spl.	4.66 ± 0.22 ^{ab(X)}	4.57 ± 0.36 ^{a(X)}	4.47 ± 0.32 ^{a(X)}
0,5 Est.+ 0.5% Spl.	4.77 ± 0.48 ^{ab(X)}	4.54 ± 0.42 ^{a(XY)}	4.46 ± 0.31 ^{a(Y)}
0,3 Est.+ 0.15% Asp.	4.50 ± 0.16 ^{b(X)}	4.40 ± 0.11 ^{a(Y)}	4.38 ± 0.12 ^{a(Y)}
0,4 Est.+ 0.15% Asp.	4.85 ± 0.57 ^{a(X)}	4.62 ± 0.41 ^{a(XY)}	4.45 ± 0.30 ^{a(Y)}
0,5 Est.+ 0.15% Asp.	4.74 ± 0.27 ^{ab(X)}	4.47 ± 0.12 ^{a(Y)}	4.37 ± 0.18 ^{a(Y)}

*Medias seguidas con diferente letra mayúscula en la fila son significativamente diferentes (P<0.05).

*Medias seguidas con diferente letra minúscula en la columna son significativamente diferentes (P<0.05).

4.6.3 Grasa

En el análisis proximal de grasa que se realizó a los dos mejores tratamientos, no existió presencia de grasa en ningún tratamiento, debido a que el 0.5% de grasa que se encontraba en la leche descremada utilizada, se perdió durante el proceso de pasteurización. Según el Codex Alimentario (1997), un yogur bajo en grasa es aquel que contiene entre 1 a 2% de grasa, mientras que yogur sin grasa contiene menos de 0.5% de grasa.

4.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

4.7.1 Conteo de coliformes totales

Todos los yogures elaborados cumplieron con las regulaciones sanitarias de Honduras, la cual establece conteos <10 ufc/ml de coliformes totales, por lo que no existió contaminación post-pasteurización en el producto.

Cuadro 22. Conteo de coliformes totales.*

Tratamiento	Coliformes (ufc/ml)
0.3% Est.+ 0.5% Splenda	< 1
0.4% Est.+ 0.5% Splenda	< 1
0.5% Est.+ 0.5% Splenda	< 1
0.3% Est.+ 0.15% Asp.	< 1
0.4% Est.+ 0.15% Asp.	< 1
0.5% Est.+ 0.15% Asp.	< 1

*Conteo máximo permitido de coliformes totales <10 ufc/ml.

4.8 ANÁLISIS DE CALORÍAS

Se realizó el análisis de calorías utilizando la formulación del mejor tratamiento (0.5% de estabilizador y con 0.15% de aspartame), para una porción de 190g obteniendo como resultado 130 calorías, 42 calorías menos que el yogur de fresa de zamorano que tiene 172 calorías. Además el yogur light de fresa de la marca comercial Yoplait tuvo 110 calorías, 20 calorías menos que el yogur de fresa sin grasa y sin azúcar.

Nutrition Facts	
Serving Size (190g)	
Servings Per Container	
Amount Per Serving	
Calories 130	Calories from Fat 0
% Daily Value*	
Total Fat 0g	0%
Saturated Fat 0g	0%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 5mg	2%
Sodium 210mg	9%
Total Carbohydrate 19g	6%
Dietary Fiber 0g	0%
Sugars 18g	
Protein 13g	
Vitamin A 8%	Vitamin C 8%
Calcium 45%	Iron 2%
*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs:	
	Calories: 2,000 2,500
Total Fat	Less than 65g 80g
Saturated Fat	Less than 20g 25g
Cholesterol	Less than 300mg 300mg
Sodium	Less than 2,400mg 2,400mg
Total Carbohydrate	300g 375g
Dietary Fiber	25g 30g
Calories per gram:	
	Fat 9 Carbohydrate 4 Protein 4

Figura 4. Etiqueta nutricional del yogur de fresa sin grasa y sin azúcar.

4.9 CORRELACIONES

4.9.1 Acidez pH- acidez sensorial (-0.425)

Existió correlación baja negativa entre el pH y la acidez, es decir, que el pH no influenció la aceptación de los yogures por parte de los panelistas. Como resultado de la correlación se concluye que por falta de entrenamiento, los panelistas no mostraron preferencia por el yogur con mayor o menor acidez.

4.9.2 ATECAL- acidez sensorial (0.266)

Se encontró una correlación baja entre el ATECAL y la acidez, es decir, que el ATECAL no influenció la aceptación de los yogures por parte de los panelistas. Esto significa que por falta de entrenamiento, los panelistas no mostraron preferencia por el yogur con mayor o menor acidez.

4.9.3 Acidez pH- Aceptación general (-0.461)

En el análisis estadístico entre el pH y la aceptación general, existió una correlación negativa baja entre las dos variables, es decir, que el pH no influenció la aceptación general de los yogures por parte de los panelistas. Esto indica que por falta de entrenamiento, los panelistas no mostraron mayor aceptación por el yogur con mayor o menor acidez.

4.9.4 ATECAL- Aceptación general (0.514)

En el análisis estadístico entre ATECAL y aceptación general, existió una correlación baja entre las dos variables, es decir, que el ATECAL no influenció la aceptación general de los yogures por parte de los panelistas. Como resultado de la correlación se concluye que por falta de entrenamiento, los panelistas no mostraron mayor aceptación por el yogur con mayor o menor acidez.

4.9.5 Acidez pH – Viscosidad (-0.711)

Existió una correlación media negativa entre el pH y la viscosidad, es decir, que a menor valor pH del yogur, mayor será la viscosidad obtenida en el producto.

4.9.6 Viscosidad- Viscosidad Sensorial (0.389)

Se encontró una correlación baja entre la viscosidad y la viscosidad sensorial, es decir, que la viscosidad no influenció la aceptación de los yogures por parte de los panelistas. Este resultado de correlación muestra, los panelistas no mostraron preferencia por el yogur con mayor o menor viscosidad.

4.9.7 Color- apariencia

El análisis estadístico entre la variable L* y apariencia, presentó un valor de correlación media de 0.709 con una probabilidad de 0.61, lo que indica que la apariencia no fue influenciada por la claridad u oscuridad del yogur.

No existió correlación entre la variable a* de color y la apariencia del yogur, debido a que el valor que presentó el análisis estadístico fue de -0.087 con una probabilidad de 0.530. Además no se encontró correlación entre la variable b* y la apariencia, ya que el valor que presentó el análisis estadístico fue de -0.018 con una probabilidad de 0.892. Con esos valores se concluye que los panelistas no mostraron mayor aceptación por el yogur de color rojo más o menos intenso ni con mayor o menor tonalidad azul.

4.10 ANÁLISIS DE COSTOS VARIABLES

De acuerdo con los datos mostrados en el cuadro 23, el costo variable para la producción del mejor tratamiento (0.5% estabilizador y 0.15% aspartame) en presentación de 190g es de \$ 0.28. El yogur de fresa producido actualmente en la planta de lácteos de Zamorano tiene un costo variable de \$ 0.27, por lo que la elaboración del yogur de fresa sin grasa y sin azúcar no significaría un incremento muy alto en los costos variables de producción.

Cuadro 23. Costos variables del yogur con 0.5% estabilizador y 0.15% aspartame.

Costos Variables	Unidad	Costo \$
Leche estandarizada	ml	0.077
Aspartame	g	0.058
Leche descremada en polvo	ml	0.051
Estabilizador yogur	g	0.009
Cultivo láctico de yogur	ml	0.001
Colorante	ml	0.001
Aroma	ml	0.010
Sorbato de potasio	g	0.001
Envase plástico	Unidad	0.057
Etiqueta	Unidad	0.005
Sello seguridad	Unidad	0.006
Total Costos Variables		0.28

5. CONCLUSIONES

- Los tratamientos que incluían la adición de aspartame como edulcorante, tuvieron una mayor aceptación por parte de los consumidores en comparación con los tratamientos elaborados con Splenda®.
- Los panelistas mostraron preferencia por los yogures que presentaron mayor viscosidad al momento de la elaboración, a pesar de no encontrarse diferencias significativas en análisis de viscosidad en laboratorio.
- El porcentaje de estabilizador no fue la única variable que influyó la viscosidad en los yogures, sino también el crecimiento de bacterias ácido lácticas, lo cual influyó directamente en el incremento en la viscosidad de cada uno de los tratamientos.
- El yogur de fresa sin grasa y sin azúcar con 0.5% de estabilizador y 0.15% de aspartame obtuvo 130 calorías, 42 calorías menos que el yogur de fresa de zamorano que posee 172 calorías, además el yogur light de fresa de la marca comercial Yoplait con 110 calorías tuvo 20 calorías menos que el yogur de fresa sin grasa y sin azúcar.
- El costo variable de producción del yogur de fresa sin grasa y sin azúcar fue de \$0.28, mientras que el yogur de fresa zamorano tiene un costo variable de \$0.27, por lo que la producción del mismo no representaría un aumento en los costos variables de producción de la planta de lácteos.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio para evaluar el uso de la combinación de aspartame con acesulfame K, en la elaboración de yogur sin grasa y sin azúcar.
- Evaluar la solubilidad de goma guar y xanthan en la mezcla para yogur a diferentes concentraciones para determinar su posible uso en la producción de yogur sin grasa y sin azúcar.
- Evaluar la reducción de sólidos no grasos en la mezcla para yogur sin grasa y sin azúcar y su efecto en el aporte calórico del producto.
- Incrementar el número de panelistas en el análisis sensorial de aceptación para disminuir el coeficiente de variación de la evaluación.
- Realizar un estudio mercado para determinar si es factible introducir el yogur de fresa sin grasa y sin azúcar en el mercado hondureño y determinar si su comercialización sería una operación rentable.

7. LITERATURA CITADA

América Alimentos S.A. Aspartame. (en línea). Zapopan México. Consultado 26 ag. 2010. Disponible en http://www.americaalimentos.com/pdf/carbohidratos_y_edulcorantes/ASPARTAME%20CAR0002.pdf.

Blanco. J. 2002. Consumir azúcar con moderación. (en línea). Cuba. Consultado 19 ag. 2010. Disponible en http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol16_2_02/ali08202.pdf.

Blanco. S; Pacheco. E; Frágenas. N. 2006. Evaluación física y nutricional de un yogurt con frutas tropicales bajo en calorías. (en línea). Maracay Venezuela. Consultado 10 may. 2010. Disponible en http://www.revistaagronomiaucv.org.ve/revista/articulos/2006_32_3_2.pdf.

Chandan R. 1997. Dairy-Based Ingredients. Eagan Press. St. Paul. MN. p. 5.

Chandan. R. 1999. Enhancing market value of milk by adding cultures. J. Dairy Sci. 82:2245-2256.

Chandan. R. 2006. Manufacturing yogurt and Fermented Milks. Iowa United States of America. Blackwell Publishing. 364p.

Chandrasekaran R. Radha A. Molecular modeling of xanthan: galactomannan interactions. Carbohyd Polym. 1997; 32 (3): 201-208.

Cubero. N; Monteferrer A; Villalta J. 2002. Aditivos Alimentarios. Madrid España. Ediciones Mundi-Prensa. 240p.

García, G. 2004. Efecto de la cantidad de grasa y almidón modificado en la elaboración de yogur bajo en grasa sabor a fresa y sin azúcar. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 42p.

Gaviria. P; Restrepo. D; Suarez. H. 2009. Utilización de hidrocoloides en bebida láctea tipo kumis. (en línea). Medellín Colombia. Consultado 17 jul. 2010. Disponible en <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/vitae/article/viewFile/4970/4348>.

Hahn. N.I. 1997. Replacing Fat With Food Technology - A brief review of new fat replacement ingredients. Journal of the American Dietetic Association. Volume 97. Number 1. January 1997. pp. 15-16(2).

Instituto de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI). 2002. Normas Centroamericanas. Guatemala. C.A.

Meilgaard. M. 1999. Sensory evaluation techniques. 3 ed. United States of America. CRC Press LLC. 387 p.

Multon. J. 2000. Aditivos y Auxiliares de Fabricación en las Industrias Agroalimentarias. 2 ed. Zaragoza España. Acribia. S.A. 805 p.

Nutrinfo. 2000. La sucralosa: Un edulcorante particular. (en línea). Consultado 17 jul. 2010. Disponible en <http://www.nutrinfo.com/pagina/info/sucralo0.html>.

Orellana, D. 2009. Efecto de dos cantidades de leche descremada en polvo y dos edulcorantes no calóricos en las características físico-químicas y sensoriales del yogur dietético de fresa. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 39p.

Revilla. A. 2009. Tecnología de la Leche. 5 ed. Zamorano Honduras. Zamorano Academic Press. 311 p.

Rodriguez. M; Monereo. S; Molina. B. 2010. Alimentos funcionales y nutrición óptima ¿Cerca o Lejos?. (en línea). Madrid España. Consultado 15 jul. 2010. Disponible en http://www.scielosp.org/scielo.php?pid=S1135-57272003000300003&script=sci_arttext&tlng=pt.

United States Department of Health and Human Services. 1999. Public Health Services. Food and Drug Administration. Grade "A" Pasteurized Milk Ordinance. Revision. Publication no. 229. Washington. DC.

Velez. L. 2002. Desarrollo de bebida láctea tipo yogur con edulcorante no calórico. (en línea). Manizales Colombia. Consultado 10 may. 2010. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/1001/>.

Walstra. P; Geurts. T; Noomen. A; Jellema. A; Boekel. M. 2001. Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Zaragoza España. Editorial ACRIBIA. 730p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Formato de la hoja de evaluación sensorial para análisis exploratorio.

EVALUACIÓN SENSORIAL DE YOGUR BAJO EN GRASA Y SIN AZUCAR SABOR A FRESA

NOMBRE:

FECHA:

MUESTRA N°:

Limpie su paladar con agua y galleta de soda antes de iniciar la evaluación y después de evaluar cada muestra.

Marque con una X su respuesta.

Apariencia

Me agrada mucho

Me agrada poco

No me agrada ni me desagrada

Me desagrada poco

Me desagrada mucho

Aroma

Me agrada mucho

Me agrada poco

No me agrada ni me desagrada

Me desagrada poco

Me desagrada mucho

Viscosidad

Me agrada mucho

Me agrada poco

No me agrada ni me desagrada

Me desagrada poco

Me desagrada mucho

Acidez

Me agrada mucho

Me agrada poco

No me agrada ni me desagrada

Me desagrada poco

Me desagrada mucho

Sabor

Me agrada mucho

Me agrada poco

No me agrada ni me desagrada

Me desagrada poco

Me desagrada mucho

Aceptación General

Me agrada mucho

Me agrada poco

No me agrada ni me desagrada

Me desagrada poco

Me desagrada mucho

OBSERVACIONES:

.....

.....

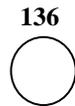
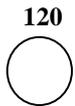
Anexo 2. Formato de la hoja de evaluación sensorial de preferencia.

EVALUACIÓN SENSORIAL DE YOGUR BAJO EN GRASA Y SIN AZUCAR SABOR A FRESA

NOMBRE:

FECHA:

- Limpie su paladar con agua antes de iniciar la evaluación y después de evaluar cada muestra.
- Por favor pruebe las muestras de izquierda a derecha.
- Ordene del 1 al 4. Siendo 1 la que menos le gusta y 4 la que más le gusta.



OBSERVACIONES:.....
.....