

Efecto de los probióticos *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* en las características físico-químicas y sensoriales del yogur de fresa Zamorano

José Daniel Estrada Andino

Honduras
Diciembre, 2007

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de los probióticos *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* en las características físico-químicas y sensoriales del yogur de fresa Zamorano

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
Al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

José Daniel Estrada Andino

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

José Daniel Estrada Andino

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

**Efecto de los probióticos *Lactobacillus acidophilus* y
Bifidobacterium bifidum en las características físico-químicas y
sensoriales del yogur de fresa Zamorano**

Presentado por:

José Daniel Estrada Andino

Aprobado:

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor Principal

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

Dina G. Fernández, Ing.
Asesora

Raul Espinal, Ph.D.
Decano Académico

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

DEDICATORIA

A mis papas, Doña Betty y Don Chema.

AGRADECIMIENTOS

A mi creador por ser siempre fiel y proveer todo en el momento justo.

A mis padres por ser padres de mis amigos también y sobre todo por su confianza, consejos y su amor incondicional.

A Nere y Franklin por sus consejos, respaldo y buen ejemplo.

A Lía por su respeto, apoyo, comprensión, cariño y amistad. Por alegrarme.

A Maza por su amistad que va a ser para siempre, por entenderme.

A el flaco por estar siempre pendiente y por visitar mi cuarto durante 4 años.

A chanchavi y el muco por su confianza y por escucharme.

A charo por sus chistes y su amistad sincera.

A Hugo por su lealtad y por sus chistes.

A el Dr. Osorio por su apertura y por confiar en mí dentro y fuera del aula de clase.

A los paisanos de la planta de lácteos por su alegría, disposición y conocimientos.

RESUMEN

Estrada, J. 2007. Efecto de los probióticos *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* en la características físico-químicas y sensoriales del yogur de fresa Zamorano. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria Alimentaria, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 28p.

El yogur es un producto lácteo obtenido de la fermentación de la leche obteniendo como resultado la coagulación y reducción del pH. Los probióticos, administrados en cantidades adecuadas confieren un efecto benéfico a la salud del hospedero. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de los probióticos *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* en las características físico-químicas y sensoriales del yogur de fresa Zamorano. El diseño experimental usado fue bloques completos al azar, donde las repeticiones son los bloques para un total de 3 bloques. Se realizaron 3 repeticiones de cada uno de los 3 tratamientos para un total de 9 unidades experimentales. Se evaluó la viscosidad, color y acidez y se realizaron pruebas sensoriales de aceptación y de preferencia. Los dos tratamientos con mayor aceptación de sabor se sometieron a una prueba de preferencia pareada. Se comparó el tratamiento más preferido con el yogur probiótico de fresa Dos Pinos mediante una prueba de preferencia pareada. Los dos tratamientos con mayor aceptación en las características sensoriales fueron el yogur con cultivo iniciador y el yogur probiótico con cultivo iniciador y *Lactobacillus acidophilus* ($p < 0.05$). No se encontraron diferencias significativas en los atributos sensoriales de textura, acidez y aroma. Las correlaciones encontradas indican que los consumidores prefieren el yogur con alta acidez, textura espesa y abundancia de tonos rojos. El yogur de fresa con probióticos de la marca Dos Pinos es preferido sobre el yogur probiótico de fresa Zamorano por tener mayor acidez y textura más espesa.

Palabras clave: Cultivo iniciador, prueba de preferencia pareada, análisis de aceptación

CONTENIDO

PORTADILLA.....		i
AUTORÍA.....		ii
PÁGINA DE FIRMAS.....		iii
DEDICATORIA.....		iv
AGRADECIMIENTOS.....		v
RESUMEN.....		vi
CONTENIDO.....		vii
ÍNDICE DE CUADROS.....		ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....		x
ÍNDICE DE ANEXOS.....		xi
1. INTRODUCCIÓN.....		1
1.1 LÍMITES DEL ESTUDIO.....		2
1.2 ALCANCES.....		2
1.3 OBJETIVOS.....		2
1.3.1 Objetivo General.....		2
1.3.2 Objetivos Específicos.....		2
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....		3
2.1 DEFINICIONES.....		3
2.2 CARACTERÍSTICAS BENÉFICAS DE LOS PROBIÓTICOS.....		3
2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PROBIÓTICOS EN PRODUCTOS LÁCTEOS.....		4
2.4 TENDENCIAS DE CONSUMO DE PRODUCTOS PROBIÓTICOS.....		5
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....		6
3.1 UBICACIÓN.....		6
3.2 MATERIALES Y EQUIPO.....		6
3.2.1 Materiales e ingredientes para la elaboración de yogur probiótico de fresa.....		6
3.2.2 Materiales , ingredientes y equipo para los análisis microbiológicos, físicos y químicos.....		6
3.3 TRATAMIENTOS.....		7
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.....		7
3.5 METODOLOGÍA.....		8
3.5.1 Elaboración del yogur con probióticos.....		8
3.5.2 Descripción flujo de proceso del yogur probiótico sabor a fresa.....		10
3.6 MEDICIONES DURANTE EL PROCESO.....		10
3.6.1 Temperatura.....		10

3.6.2	Tiempo.....	10
3.6.3	Acidez Titulable.....	10
3.6.3.1	Materiales.....	10
3.6.3.2	Equipo.....	11
3.6.3.3	Procedimiento.....	11
3.7	PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS.....	11
3.8	ANÁLISIS FÍSICO.....	11
3.9	ANÁLISIS QUÍMICO.....	11
3.10	ANÁLISIS SENSORIAL.....	12
3.11	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	12
3.12	ANÁLISIS DE COSTOS.....	12
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
4.1	ESTUDIOS PRELIMINARES.....	13
4.2	ANÁLISIS SENSORIAL DE ACEPTACIÓN.....	13
4.2.1	Apariencia.....	13
4.2.2	Aroma.....	14
4.2.3	Textura.....	14
4.2.4	Acidez.....	15
4.2.5	Sabor.....	15
4.2.6	Aceptación General.....	16
4.3	ANÁLISIS SENSORIAL DE PREFERENCIA PAREADA.....	16
4.4	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO.....	17
4.4.1	Viscosidad.....	17
4.4.2	Color.....	17
4.4.3	Acidez Titulable.....	18
4.5	CORRELACIONES.....	19
4.5.1	ATECAL – Acidez.....	19
4.5.2	Color – Apariencia.....	19
4.5.3	Viscosidad – Textura.....	19
4.6	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	20
4.6.1	Conteo de coliformes.....	20
4.7	ANÁLISIS DE COSTOS.....	20
5.	CONCLUSIONES.....	22
6.	RECOMENDACIONES.....	23
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	24
8.	ANEXOS.....	25

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Diseño Experimental.....	8
2.	Siembra de Cultivos Probióticos.....	13
3.	Apariencia.....	14
4.	Aroma.....	14
5.	Textura.....	15
6.	Acidez.....	15
7.	Sabor.....	16
8.	Aceptación General.....	16
9.	Viscosidad.....	17
10.	Valor L.....	17
11.	Valor a*.....	18
12.	Valor b*.....	18
13.	ATECAL.....	18
14.	Conteo de Coliformes.....	20
15.	Costos variables yogur probiótico de fresa (190 g).....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Diagrama de flujo para la elaboración de yogur de fresa con probióticos 9

ÍNDICE DE ANEXOS**Anexo**

1.	Hoja de evaluación sensorial de aceptación de yogur probiótico.....	26
2.	Hoja de evaluación sensorial de preferencia de yogur probiótico.....	27
3.	Cálculo de cantidad de probióticos a utilizar en cada tratamiento.....	28

1. INTRODUCCIÓN

“El proceso de elaboración del yogur es un arte antiguo que data de miles de años, posiblemente incluso de antes de la domesticación de los bovinos, a pesar de esto, antes del siglo diecinueve aún existía poco entendimiento del proceso. La sobrevivencia del proceso a través de los siglos se puede atribuir al hecho que la manufactura es a pequeña escala y al paso de conocimientos de padres a hijos. En las últimas décadas el proceso se ha hecho más racional, principalmente debido a varios descubrimientos y mejoras en las ciencias de microbiología, enzimología, física, química y bioquímica. Los microorganismos y sus enzimas juegan un rol importante en la producción de yogur debido al desarrollo de acidez, sabores y aromas que tienen un efecto en la calidad del yogur” (Tamime y Robinson, 1985).

La Organización de las Naciones Unidas para los Alimentos y la Agricultura (FAO) afirma que los cultivos probióticos pretenden ayudar a la flora intestinal del cuerpo humano a restablecerse por sí misma y además se comenta que los probióticos estimulan el buen funcionamiento del sistema inmune. “La lógica de los probióticos es que el cuerpo contiene una ecología microbiana con una gran variedad de especies de bacterias. El balance de estas bacterias se pierde por varias circunstancias que incluyen el uso de antibióticos u otras drogas, exceso de alcohol, estrés, enfermedades o exposición a sustancias tóxicas. En estos casos, las bacterias que viven en simbiosis con el cuerpo humano decaen, lo cual permite que los competidores patógenos ataquen en detrimento de la salud” (FAO, 2005).

“La bacteria *Lactobacillus acidophilus* se encuentra de forma natural en el tracto gastrointestinal humano y en ciertas leches fermentadas tradicionales. Estas bacterias son resistentes al ácido y a la bilis y cuando se ingieren, son capaces de sobrevivir al tránsito a lo largo del tracto gastrointestinal. Los *L. acidophilus* se consideran como probióticos debido a que su consumo en ciertas cantidades puede ejercer diversos beneficios sobre la salud” (Villalobos, 2005).

Según Chr. Hansen (2004), los probióticos *Bifidobacterium bifidum* (BB-12) y *Lactobacillus acidophilus* (LA-5) son principalmente utilizados en la producción de productos lácteos probióticos y normalmente se utilizan en combinación con otras cepas probióticas o cultivos de yogur. “Los cultivos liofilizados BB-12 y LA-5 son muy estables y tienen una alta resistencia frente a los ácidos en los productos lácteos fermentados” (Chr. Hansen, 2004).

1.1 LÍMITES DEL ESTUDIO

- No se determinó la vida de anaquel del producto terminado.
- No se evaluó el efecto del empaque sobre el producto terminado.
- No se evaluó el efecto de otros cultivos probióticos.
- No se evaluó el efecto del yogur probiótico dentro del tracto gastrointestinal humano.
- No se tiene un panel sensorial entrenado.

1.2 ALCANCES

- Hacer crecer el portafolio de productos de la planta de lácteos Zamorano.
- Desarrollo de un nuevo producto probiótico que sea preferido sobre los elaborados actualmente para aumentar el consumo de productos de la marca Zamorano.
- Se midió el color, acidez y textura del producto final.
- Se determinó la preferencia con una evaluación sensorial usando los criterios de sabor, textura, aroma, acidez, apariencia y aceptación general.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Determinar el efecto de los cultivos probióticos *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* sobre las características físico-químicas y sensoriales del yogur de fresa Zamorano.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar mediante análisis físicos y químicos el efecto de la adición de cultivos probióticos en las características de viscosidad, color y ATECAL del yogur de fresa Zamorano.
- Medir a través de una evaluación sensorial exploratoria el efecto de la adición de cultivos probióticos sobre las características de acidez, textura, apariencia, sabor, aroma y aceptación general del yogur de fresa Zamorano.
- Correlacionar los resultados de los análisis físico-químicos y sensoriales para determinar las características sensoriales que determinan la preferencia del yogur de fresa Zamorano con probióticos adicionados.
- Determinar los costos variables de la producción del yogur probiótico de fresa en la Planta de Industrias Lácteas de Zamorano.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 DEFINICIONES

Según el codex alimentarius (CODEX STAN 243-2003), la leche fermentada es un producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, por medio de la acción de los microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación.

Los probióticos son definidos por la Organización de las Naciones Unidas para los Alimentos y la Agricultura (FAO, 2005) como “microorganismos vivos administrados en cantidades adecuadas que confieren un efecto benéfico a la salud del hospedero” (FAO, 2005). La mayoría de los productos probióticos contienen bacterias de los géneros *Lactobacillus* o *Bifidobacterium*. La FAO (2005) menciona que los productos probióticos deben ser seguros, efectivos y deben mantener la efectividad y potencia hasta ser consumidos.

2.2 CARACTERÍSTICAS BENÉFICAS DE LOS PROBIÓTICOS

“La funcionalidad de un probiótico depende de la habilidad de la cepa de conferir beneficios de salud al hospedero mediante el consumo oral de células viables. Numerosos estudios se han realizado para investigar el efecto de *Bifidobacterium bifidum* y *Lactobacillus acidophilus* en la flora intestinal mediante el análisis de su habilidad de adhesión, competencia y la producción de ácidos y sustancias antibacterianas.

Los beneficios a la salud de consumir alimentos probióticos radica en el restablecimiento del balance de la flora intestinal y en la inhibición de la invasión y colonización de microorganismos patógenos no deseados” (Moller, 2004). “La actividad antimicrobial es una forma importante en que las bacterias probióticas excluyen o inhiben la actividad de microbios intestinales patogénicos. Los compuestos antimicrobiales producidos por las bacterias probióticas incluyen ácidos orgánicos, peróxido de hidrógeno, diacetilo y péptidos o proteínas bactericidas o bacteriostáticos” (Sanders, 2001). Moller (2004), continua afirmando que los probióticos disminuyen significativamente la frecuencia de diarrea del viajero e inhiben en un 99.3% al *E. coli* enterotoxigénico. La colonización exitosa del intestino por las bacterias probióticas es demostrada en experimentos con infantes recién nacidos alimentados con dietas adicionadas con *Bifidobacterium bifidum*, estos infantes tuvieron significativamente menos diarrea, vomito e irritación por uso de pañales.

Dentro de otros beneficios a la salud por el consumo de probióticos se encuentra la reducción del colesterol total en la sangre, mayor tolerancia a la lactosa por personas lacto intolerantes, prevención de infecciones urogenitales y estímulo de las respuestas inmunes anti patogénicas y anti carcinogénicas. Las enfermedades urogenitales son comunes en

mujeres. “Estas infecciones son causadas frecuentemente por *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*, las cuales se originan en el tracto intestinal. El uso de bacterias probióticas por ingestión oral o intravaginalmente se ha investigado concluyendo que la producción de peróxido de hidrógeno por parte de las bacterias crea una exclusión competitiva de estos patógenos” (Sanders, 2004). En el simposio Estimulación del Sistema Inmune por Probióticos, Perdígón (1995), demuestra el efecto del *Lactobacillus acidophilus* en la respuesta inmune de humanos y concluye que el *Lactobacillus acidophilus* en el yogur estimula un incremento en la respuesta inmune e inhibe el crecimiento de tumores intestinales en ratones de laboratorio.

2.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE PROBIÓTICOS EN PRODUCTOS LÁCTEOS

En el American Journal of Clinical Nutrition, Heller (2001), en su artículo titulado: “Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms” afirma que aparte de los beneficios de salud provistos por los probióticos y la esperada supervivencia a través de tracto digestivo, es importante que no tengan efectos adversos en el sabor, textura o aroma de los productos finales. Además no deben intensificar la acidez a través de la vida útil del producto. Heller (2006), continúa mencionando que los microorganismos vivos interactúan activamente con su ambiente intercambiando componentes del medio por productos de su metabolismo, por tanto, a composición química que los lácteos es de alta importancia en las características de los productos finales debido a las propiedades proteolíticas y lipolíticas de los probióticos, las cuales pueden afectar considerablemente el sabor de los productos lácteos.

“El control de calidad de los productos lácteos con bacterias vivas se ha hecho tradicionalmente basado en evaluación sensorial y en la determinación de ciertos parámetros con valores conocidos” (Kneifel, et al., 1992). En el estudio titulado “Screening of Biochemical, Commercially Available Mesophilic Dairy Starter Cultures: Sensory and Microbiological Properties”, Kneifel, et al. (1992), mencionan la variedad de cultivos disponibles comercialmente y la importancia de la alta variabilidad en las características sensoriales, bioquímicas, nutricionales y microbiológicas expresadas por cada cultivo. Se evaluaron química y sensorialmente 16 cultivos lácteos comerciales de los géneros *Streptococcus*, *Lactobacillus* y *Leuconostoc* los cuales mostraron diferencias significativas en las impresiones organolépticas a causa del diacetilo o acetaldehído, acidez, producción de gases, estabilidad en almacén, proteólisis o textura. Harper (1991), en su estudio “Sensory Ratings of Commercial Plain Yogurts by Consumer and Descriptive Panels”, demuestra que los atributos de acidez, dulzura y apariencia son los descriptores de mayor relevancia en la aceptación de los consumidores.

Dairy and Food Culture Technologies (2006), afirma que las bacterias consideradas probióticas comúnmente se relacionan a los productos lácteos. Esto se debe a que algunos de estos microorganismos pueden jugar un rol en la transformación de la leche a

productos fermentados y además brindar beneficios a la salud humana. Se menciona que los productos lácteos proveen el vehículo adecuado para el transporte de probióticos por varias razones.

- **Protección de la bacteria:** los productos lácteos neutralizan la acidez de los ácidos estomacales y de las altas concentraciones biliares en el intestino delgado, que pueden reducir por muerte o daño la concentración de bacterias.
- **Refrigeración:** la refrigeración de los lácteos promueve la estabilidad de los probióticos.
- **Imagen de los cultivos vivos:** el uso de cultivos activos vivos en los productos lácteos da una imagen positiva ante los consumidores lo cual facilita la transmisión de mensajes de salud.
- **Salud:** las propiedades de salud de los probióticos se combinan con las propiedades saludables de los lácteos para crear un alimento funcional. Se ha demostrado el efecto benéfico de los productos lácteos probióticos en el balance de la microflora intestinal, hipertensión, osteoporosis, cáncer, intolerancia a la lactosa y alto colesterol entre otros.

2.4 TENDENCIAS DE CONSUMO DE PRODUCTOS PROBIÓTICOS

“Las tendencias de consumo de productos alimenticios están cambiando considerablemente. La salud y el bienestar se han convertido en un aspecto de gran importancia, de modo que cada vez más los consumidores demandan alimentos para estar mejor. El sector lácteo es el líder en cuanto a alimentación funcional y Europa es la región más activa en el lanzamiento de yogures y bebidas probióticas. El yogur es el alimento que más se utiliza como funcional y al que se añaden más nutrientes funcionales. En España, los probióticos lideran el mercado de las leches fermentadas funcionales” (Alimentatec, 2007). “Se estima que más de 300 productos que contienen *L. acidophilus* y *B. bifidum* se producen a nivel mundial. Yoplait y Dannon han introducido productos que contienen estas bacterias y alrededor del 25% de todo el yogur vendido en Francia contiene *L. acidophilus* y *B. bifidum*. Además el consumo *per capita* de yogur en Australia se incrementó en 112% durante la década pasada” (International Dairy Federation, 2001).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

La elaboración del yogur de fresa para todas las unidades experimentales se realizó en la Planta de Industrias Lácteas de la Escuela Agrícola Panamericana. Los análisis químicos y evaluaciones sensoriales de las muestras se hicieron en el laboratorio de la Planta de Lácteos. Los análisis físicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ).

3.2 MATERIALES Y EQUIPO

3.2.1 Materiales e ingredientes para la elaboración de yogur probiótico de fresa

Para 100 Kg de yogur:

- 80 Kg. de leche de vaca pasteurizada y estandarizada al 2.5% de grasa.
- Cultivo para yogur; *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*; (YC-180, Chr. Hansen).
- Cultivo probiótico: *Bifidobacterium bifidum* (BB-12) o *Lactobacillus acidophilus* (LA-5). Ambos de Chr. Hansen.
- 8.5 Kg. de azúcar.
- 5.4 Kg. de leche descremada en polvo.
- 0.3 Kg. de estabilizador para yogur.
- 0.064 Kg. de sorbato de potasio.
- 5.2 Kg. de pulpa de fresa (Natural Strawberry by Sensient).
- 120 ml. de colorante rojo (Cosco 8816).
- Pasteurizador por tandas.
- Tina para baño maría.
- Yogos.
- Balanza analítica.
- Termómetro > 49 °C.
- Envases para yogur de 190 g de capacidad.
- Cuarto Frio 4 °C.

3.2.2 Materiales, ingredientes y equipo para los análisis microbiológicos, físicos y químicos.

- Alcohol (95%).
- Medio de cultivo Plate Count Agar (PCA). Agua destilada.

- Agua peptonada.
- Hidróxido de sodio 0.1 N.
- Fenolftaleína al 1%.
- Pipetas de 10 ml.
- Bulbo.
- Tubos de ensayo.
- Probeta de 1000 ml.
- Platos petri.
- Mechero.
- Incubadora (37 °C).
- Calentador.
- Viscosímetro de Brookfield modelo: RVDV-II+.

3.3 TRATAMIENTOS

Se evaluó el yogur de fresa con tres variaciones en la inoculación de cultivos. Los tratamientos son los siguientes:

- **TRT 1:** yogur de fresa con cultivos iniciadores *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termophilus* solamente.
- **TRT 2:** yogur de fresa con cultivos iniciadores *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termophilus* y cultivo probiótico *Lactobacillus acidophilus*.
- **TRT 3:** yogur de fresa con cultivos iniciadores *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termophilus* y cultivo probiótico *Bifidobacterium bifidum*.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental usado es de bloques completos al azar en donde las repeticiones son los bloques para tener un total de 3 bloques (Cuadro 1). Se realizaron 3 repeticiones de cada uno de los 3 tratamientos para tener un total de 9 unidades experimentales.

Cuadro 1. Diseño Experimental

	TRT 1 (Control)	TRT 2	TRT 3
	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> + <i>Streptococcus termophilus</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> + <i>Streptococcus termophilus</i> + <i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> + <i>Streptococcus termophilus</i> + <i>Bifidobacterium bifidum</i>
B 1	R1	R1	R1
B 2	R2	R2	R2
B 3	R3	R3	R3

Hipótesis

- **Hipótesis Nula:** no existen diferencias significativas en las variables fisico-químicas o sensoriales evaluadas entre el yogur de fresa y los dos yogures de fresa con probióticos.
- **Hipótesis Alterna:** si existen diferencias significativas en las variables fisico-químicas o sensoriales evaluadas entre el yogur de fresa y los dos yogures de fresa con probióticos.

3.5 METODOLOGÍA**3.5.1 Elaboración del yogur con probióticos**

Se elaboraron tres tratamientos de yogur de fresa, todos con mezcla para yogur Zamorano. Los tres tratamientos contenían cultivo láctico iniciador (YC-180) y dos de ellos los cultivos probióticos LA-5 o BB-12. La mezcla de ingredientes y la pasteurización se hizo con el procedimiento usado en la planta de lácteos Zamorano, haciendo uso de un pasteurizador por tandas, homogenizador y enfriador por placas. Cada tratamiento tuvo 6.66 Kg y los cultivos fueron inoculados al momento de separar los tratamientos y fueron incubados en baño maría a 43 °C hasta alcanzar 0.55 de ATECAL, acidez suficiente para que la mezcla coagule. Se utilizaron 26.7 g de cultivo láctico iniciador para cada tratamiento y una concentración de 10^6 UFC/g de *Lactobacillus acidophilus* y 10^6 de *Bifidobacterium bifidum*. Al alcanzar la acidez deseada se maduró el yogur a 4 °C hasta alcanzar una acidez ATECAL de 0.9 a 1.1. Finalmente se agregaron y se mezclaron la fruta, aroma, saborizante y preservante y se envasaron 35 vasos de yogur de 190 g. en cada tratamiento. El yogur fue almacenado en cuarto frío a 4 °C.

El flujo de procesos para la elaboración de los tratamientos se detalla a continuación (Figura 1):

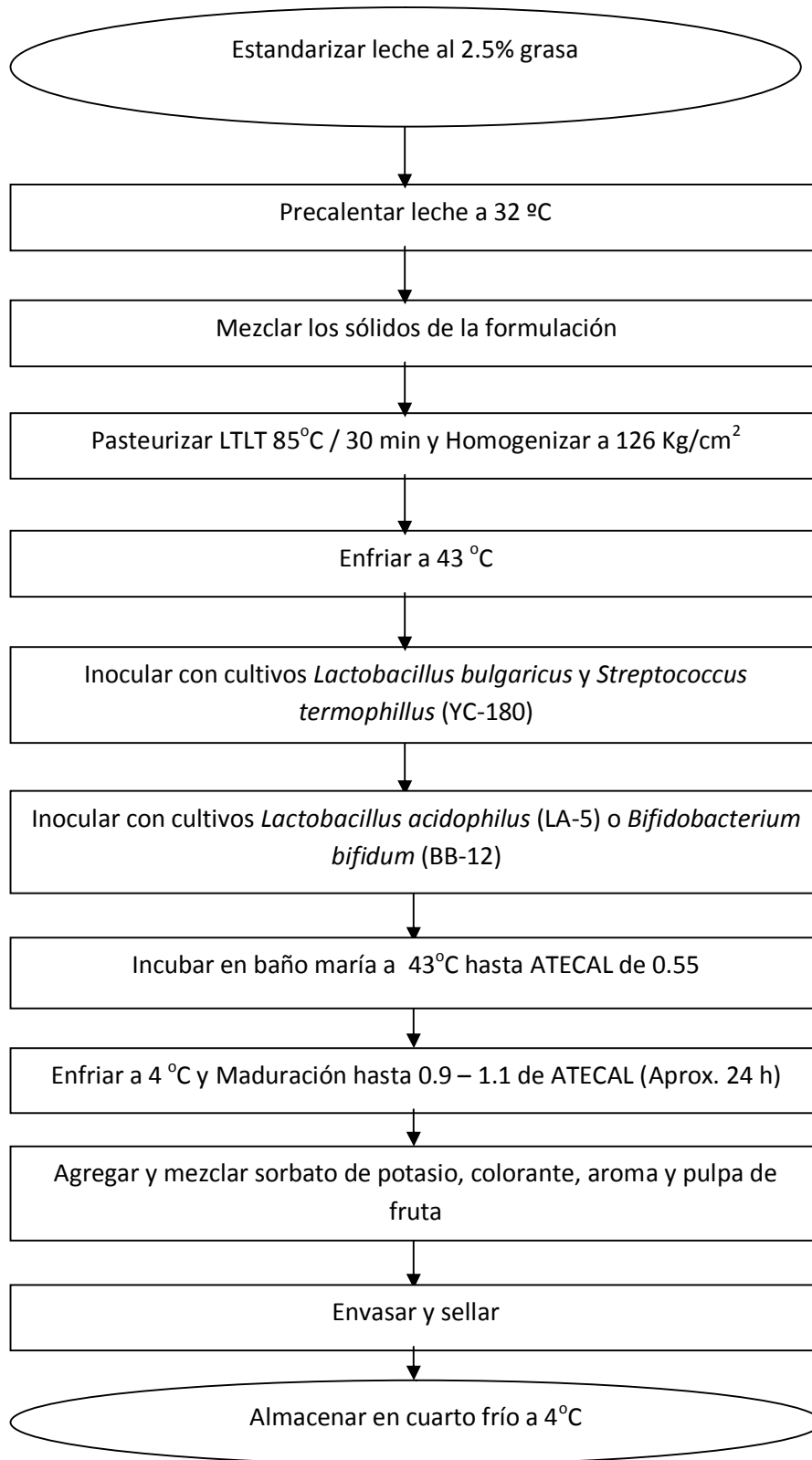


Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de yogur de fresa con probióticos.

3.5.2 Descripción flujo de proceso del yogur probiótico sabor a fresa

1. **Estandarizado:** Se estandariza la leche a 2.5% de grasa.
2. **Pre calentamiento y mezcla de ingredientes:** Se precalienta la leche a 32°C en el tanque pasteurizador y luego se agregan los ingredientes sólidos: leche en polvo, azúcar y estabilizador para yogur.
3. **Pasteurización:** Se pasteuriza la leche a 85 °C por 30 minutos.
4. **Homogenización:** Se homogeniza la leche a 126.55 Kg/m².
5. **Enfriamiento:** Se enfría la mezcla por placas a 43°C.
6. **Separación de Tratamientos:** En tres yogos, se colocan 6.66 Kg. de mezcla para tres tratamientos.
7. **Inoculación:** Se inoculan 26.7 g. del cultivo láctico iniciador a cada tratamiento y 0.013 g. de BB-12 o 0.036 g. de LA-5 a dos de los tratamientos.
8. **Incubación:** Se incuban los tratamientos en baño maría a 43°C hasta alcanzar una ATECAL de 0.55.
9. **Maduración:** Se madura la mezcla en el cuarto frío a 4 °C durante aproximadamente 24 horas hasta alcanzar una ATECAL entre 0.9 - 1.1.
10. **Mezcla de Ingredientes:** A cada tratamiento se le agregan 0.7 lb. de pulpa de fresa, 5 ml. de colorante rojo, 8.3 ml. de super aroma de fresa y 3.33 g de sorbato de potasio.
11. **Envasado:** El yogur se envasa en vasos de 190 g.
12. **Almacenado:** Se almacena a 4 °C en cuarto frío.

3.6 MEDICIONES DURANTE EL PROCESO

3.6.1 Temperatura

Las temperaturas de pasteurización e incubación fueron medidas cada 15 minutos durante los procesos con termómetro laser para mantener la temperatura constante a 85 y 43 °C respectivamente.

3.6.2 Tiempo

Se registro la hora de inicio y de finalización de la pasteurización para asegurar que se cumplieran los 30 minutos requeridos. Además, se registró la hora de inicio y finalización de la incubación.

3.6.3 Acidez Titulable

La acidez de la mezcla de yogur se midió cada 30 minutos durante la incubación hasta alcanzar una ATECAL de 0.55. Se hizo la medición siguiendo el procedimiento de medición de acidez titulable descrito por Revilla (1995), en el libro Industria Láctea. El procedimiento se detalla a continuación:

3.6.3.1 Materiales

- Mezcla para yogur.
- Fenolftaleína.

- NaOH al 0.1 N.

3.6.3.2 Equipo

- Taza de color blanco.
- Pipeta de 10 ml.
- Bulbo.
- Equipo de titulación.

3.6.3.3 Procedimiento

1. Poner 9 ml. de muestra en la taza blanca.
2. Añadir tres gotas de fenolftaleína.
3. Titular con solución de 0.1 N de hidróxido de sodio (NaOH).
4. El volumen de NaOH indicado en el titulador es la acidez titulable de la muestra.
5. Cuando se está añadiendo la solución alcalina se debe agitar constantemente. La adición de NaOH debe ser poco a poco para evitar que pase inadvertido el primer cambio de color y se obtenga un rosado muy intenso, en este caso hay que repetir la prueba.

3.7 PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS

Se hicieron conteos de coliformes en el día cero a los tres tratamientos usando medio Violet Red Bile Agar (VRBA). Las placas se hicieron en el laboratorio de la Planta de Lácteos Zamorano, haciendo uso de autoclave, medio esterilizado, equipos esterilizados, agua peptonada esterilizada y siguiendo procedimientos de asepsia. Se hizo la siembra usando la técnica de vertido y se incubaron los platos a 37 °C durante 24 horas, luego se hizo el conteo de UFC/ml.

3.8 ANÁLISIS FÍSICO

Los análisis físicos de viscosidad y color se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) en el día siete después de la elaboración de cada tratamiento y se usaron los vasos de yogur de 190 g. Para medir la viscosidad se usó el viscosímetro de Brookfield con el implemento número tres y el análisis de color se hizo con el colorímetro Colorflex Hunterlab.

3.9 ANÁLISIS QUÍMICO

El análisis químico de acidez se realizó en el día cero y en el día siete después de elaborado el yogur. El análisis se realizó en el laboratorio de la planta de lácteos usando el procedimiento de medición de acidez titulable.

3.10 ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó una evaluación sensorial de aceptación con un panel compuesto de 12 panelistas no entrenadas, pero relacionados con la producción de lácteos (ANEXO 1). Se pretende determinar si hay diferencias significativas entre las muestras de cada tratamiento en las siguientes variables:

- Acidez
- Textura
- Apariencia
- Sabor
- Aroma
- Aceptación General

Se usó una escala de 1 a 5 siendo 1= me disgusta mucho y 5= me gusta mucho. Los dos tratamientos con mejor aceptación de sabor fueron sometidos a un análisis de preferencia pareada para determinar que tratamiento le gusta más a los consumidores (ANEXO 2). El tratamiento con mayor preferencia fue sometido a otro análisis de preferencia pareada junto con el yogur probiótico de fresa marca Dos Pinos, que es un producto que compete con el yogur de fresa Zamorano en el mercado de clase social media y media alta de Honduras.

3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos se hizo con el programa estadístico "Statistical Analysis System" (SAS[®]). Se hicieron análisis de varianza y separaciones de medias de Tukey para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos. Además se hicieron correlaciones entre los resultados de los análisis físico-químicos de color, ATECAL y viscosidad con los de los análisis sensoriales de apariencia, acidez y textura respectivamente. Los resultados de las pruebas sensoriales de preferencia se analizaron con la tabla estadística T8.

3.12 ANÁLISIS DE COSTOS

Se realizó un análisis de costos variables del yogur de fresa con probióticos Zamorano y se comparó con el yogur de fresa Zamorano sin probióticos para determinar la diferencia en costos y sugerir un precio de venta al mercado del nuevo producto. No se consideraron los costos fijos de la producción ya que no existe una contabilidad de costos fijos de la producción en la Planta de Industrias Lácteas.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 ESTUDIOS PRELIMINARES

Se realizó un análisis microbiológico de los cultivos probióticos para medir la concentración de microorganismos y así determinar la dosis adecuada para que cada gramo de mezcla de yogur de cada uno de los tratamientos 2 y 3 contengan 10^6 UFC/ml del cultivo probiótico (Cuadro 2). Se realizaron siembras por duplicado de los cultivos LA-5 y BB-12 en medio "Plate Count Agar" (PCA) usando una dilución de 10^{-9} . Los gramos a utilizar en cada uno de los tratamientos se calcularon usando el procedimiento detallado en el ANEXO 3. A continuación se detallan los resultados obtenidos:

Cuadro 2. Siembra de Cultivos Probióticos

Probiótico	UFC/gr	Cantidad para 6.66 kg de mezcla
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1.86×10^{11}	0.036
<i>Bifidobacterium bifidum</i>	5.1×10^{11}	0.013

4.2 ANÁLISIS SENSORIAL DE ACEPTACIÓN

4.2.1 Apariencia

El tratamiento 3 con *Bifidobacterium bifidum* fue calificado con la mejor apariencia, seguido por los tratamientos 2 y 1 que no presentaron diferencia significativa en su aceptación en el atributo de apariencia. La preferencia en apariencia por el tratamiento 3 se justifica por la alta calificación en la intensidad de color rojo (Valor a^*) que obtuvo, que fue la mejor evaluada entre los tres tratamientos. Los resultados de la separación de medias se observan en el Cuadro 12.

Cuadro 3. Apariencia

TRT	Promedio	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 3 (C. iniciador + <i>B. bifidum</i>)	4.00 ± 0.55	A
TRT 2 (C. iniciador + <i>L. acidophilus</i>)	3.69 ± 0.67	B
TRT 1 (Cultivo iniciador)	3.64 ± 0.74	B

*Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

4.2.2 Aroma

La adición de pulpa de fresa y súper aroma de fresa impidió que el panel sensorial detectara diferencias significativas de aceptación en el aroma de los tratamientos (Cuadro 10). El no encontrar diferencias en el aroma indica un potencial de buena aceptación del yogur con probióticos en el mercado con respecto al tratamiento control debido a la alta influencia del aroma en las sensaciones de sabor de los alimentos.

Cuadro 4. Aroma

TRT	Promedio	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 2 (C. iniciador + <i>L. acidophilus</i>)	3.81 ± 0.67	A
TRT 3 (C. iniciador + <i>B. bifidum</i>)	3.72 ± 0.91	A
TRT 1 (Cultivo iniciador)	3.64 ± 0.72	A

*Tratamientos seguidos de igual letra no son significativamente diferentes (P>0.05)

4.2.3 Textura

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la aceptación del atributo sensorial de textura. Los cultivos probióticos no tuvieron un impacto significativo en este atributo de acuerdo al panel sensorial y esto se puede atribuir a la falta de entrenamiento del panel para determinar este tipo de diferencias en textura. A pesar de lo anterior, el promedio de todas las calificaciones de textura se encuentra cerca de 4 (me gusta) lo cual indica una buena aceptación por parte de los panelistas (Cuadro 9).

Cuadro 5. Textura

TRT	Promedio	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 3 (C. iniciador + <i>B. bifidum</i>)	3.86 ± 0.83	A
TRT 2 (C. iniciador + <i>L. acidophilus</i>)	3.86 ± 0.89	A
TRT 1 (Cultivo iniciador)	3.61 ± 0.77	A

*Tratamientos seguidos de igual letra no son significativamente diferentes (P>0.05)

4.2.4 Acidez

A pesar de existir diferencias en la acidez titulable de los tratamientos, no existen diferencias significativas en la aceptación del atributo de acidez por parte de los panelistas (Cuadro 11).

Cuadro 6. Acidez

TRT	Promedio	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 2 (C. iniciador + <i>L. acidophilus</i>)	3.97 ± 0.91	A
TRT 1 (Cultivo iniciador)	3.78 ± 0.80	A
TRT 3 (C. iniciador + <i>B. bifidum</i>)	3.64 ± 1.00	A

*Tratamientos seguidos de igual letra no son significativamente diferentes (P>0.05)

4.2.5 Sabor

El sabor más aceptado por los panelistas fue el del yogur inoculado con cultivo iniciador y *Lactobacillus acidophilus*, mientras que los tratamientos control y el inoculado con *Bifidobacterium bifidum* no muestran diferencias significativas en la aceptación de su sabor. La separación de medias se muestra en el Cuadro 8. Ya que los tratamientos 1 y 2 tuvieron los mejores puntajes se sometieron a una evaluación sensorial de preferencia pareada con 100 panelistas para determinar que producto es el más aceptado por los potenciales consumidores. Los resultados se presentan en la sección 4.4 de este documento.

Cuadro 7. Sabor

TRT	Promedio	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 2 (C. iniciador + <i>L. acidophilus</i>)	4.14 ± 0.83	A
TRT 1 (Cultivo iniciador)	3.67 ± 0.79	B
TRT 3 (C. iniciador + <i>B. bifidum</i>)	3.50 ± 1.18	B

***Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)**

4.2.6 Aceptación General

El panel sensorial determinó que no existen diferencias significativas en la aceptación general de los tres tratamientos. El tratamiento con el mayor puntaje en aceptación es el inoculado con *Lactobacillus acidophilus* con un promedio de 4.06 ± 0.80 seguido por el tratamiento control con cultivo iniciador que fue calificado como igual de bueno pero con media de 3.69 ± 0.79 (Cuadro 13).

Cuadro 8. Aceptación General

TRT	Promedio	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 2 (C. iniciador + <i>L. acidophilus</i>)	4.06 ± 0.80	A
TRT 1 (Cultivo iniciador)	3.69 ± 0.79	A
TRT 3 (C. iniciador + <i>B. bifidum</i>)	3.64 ± 0.95	A

***Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)**

4.3 ANÁLISIS SENSORIAL DE PREFERENCIA PAREADA

El análisis estadístico de la prueba de preferencia pareada se hizo con la Tabla Estadística T8 con un nivel de significancia del 5% y con un n=100. La tabla indica que debe haber un mínimo de 59 elecciones a favor de una muestra para considerarse que hay diferencias significativas, sin embargo, hubo igual número de preferencias para cada tratamiento lo cual indica que los tratamientos 1 y 2 son preferidos de igual manera por los consumidores. La prueba de preferencia pareada entre el yogur de fresa Zamorano con *Lactobacillus acidophilus* y el yogur probiótico de fresa Dos Pinos se realizó con un n=100 y significancia de 5% y el análisis estadístico de la prueba indica que el yogur Dos Pinos es más preferido por los consumidores. Esta preferencia se debe a que la viscosidad y acidez titulable fueron mayores que en el yogur probiótico Zamorano.

4.4 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

4.4.1 Viscosidad

La viscosidad fue medida tomando la primera lectura dada por el viscosímetro y con todos los tratamientos a 10°C. Los resultados se detallan a continuación:

Cuadro 9. Viscosidad

TRT	Promedio (Pa.s)	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 3 (C. iniciador + <i>B. bifidum</i>)	4.47 ± 0.04	A
TRT 2 (C. iniciador + <i>L. acidophilus</i>)	4.44 ± 0.03	A
TRT 1 (Cultivo iniciador)	4.27 ± 0.04	B

***Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)**

El tratamiento 3 tiene la mayor viscosidad, sin embargo, no hay diferencias estadísticas significativas con el tratamiento 2. La viscosidad más baja la obtuvo el tratamiento 1 la cual si es significativamente menor a las otras dos. Se atribuye la alta viscosidad de los tratamientos 1 y 2 a una mayor carga microbiana debido a la adición de probióticos capaces de cambiar las características del yogur.

4.4.2 Color

Los resultados del análisis del color muestran que el tratamiento 1 tiene la claridad significativamente más alta, el tratamiento 3 tiene la intensidad de rojo más fuerte y el tratamiento 2 tiene la intensidad de amarillo más alta (Cuadros 4, 5 y 6). El análisis de color se realizó al día siete después de la elaboración del producto.

Cuadro 10. Valor L

TRT	Promedio	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 1 (Cultivo iniciador)	79.12 ± 0.24	A
TRT 2 (C. iniciador + <i>L. acidophilus</i>)	78.52 ± 0.03	B
TRT 3 (C. iniciador + <i>B. bifidum</i>)	75.74 ± 0.06	C

***Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)**

Cuadro 11. Valor a*

TRT	Promedio	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 3 (C. iniciador + <i>B. bifidum</i>)	21.62 ± 0.08	A
TRT 2 (C. iniciador + <i>L. acidophilus</i>)	19.83 ± 0.03	B
TRT 1 (Cultivo iniciador)	18.91 ± 0.16	C

***Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)**

Cuadro 12. Valor b*

TRT	Promedio	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 2 (C. iniciador + <i>L. acidophilus</i>)	3.34 ± 0.08	A
TRT 1 (Cultivo iniciador)	3.10 ± 0.03	B
TRT 3 (C. iniciador + <i>B. bifidum</i>)	1.89 ± 0.07	C

***Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)**

4.4.3 Acidez Titulable

Se encontraron diferencias significativas entre todos los tratamientos en cuanto al ATECAL, siendo el tratamiento con *Lactobacillus acidophilus* el que tuvo la mayor acidez en el día 7 después de la elaboración del yogur, día en el cual se realizó la evaluación sensorial (Cuadro 7). Esta alta acidez se debe a una alta producción de ácidos por esta bacteria. La acidez más baja la obtuvo el tratamiento con *Bifidobacterium bifidum*, ya que esta bacteria aporta más a la textura y aroma del yogur.

Cuadro 13. ATECAL

TRT	Promedio	Separación de medias Tukey (P<0.05) *
TRT 2 (C. iniciador + <i>L. acidophilus</i>)	1.02 ± 0.02	A
TRT 1 (Cultivo iniciador)	0.94 ± 0.02	B
TRT 3 (C. iniciador + <i>B. bifidum</i>)	0.84 ± 0.01	C

***Tratamientos seguidos de diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)**

4.5 CORRELACIONES

4.5.1 ATECAL – Acidez

Se encontró que existe una correlación positiva alta de 0.988 entre la ATECAL y el atributo sensorial de acidez, es decir, que entre mayor sea la ATECAL del yogur, recibirá mayor calificación por el panel sensorial en el atributo de acidez. Esta correlación se refleja para nuestro interés en el tratamiento control y en el tratamiento con *Lactobacillus acidophilus* los cuales tuvieron la ATECAL más alta y los promedios de calificación de acidez más altos a pesar de no existir diferencias significativas en este atributo sensorial. Como resultado de esta correlación se puede concluir que los consumidores de yogur prefieren el yogur con mayor acidez por sobre el yogur con acidez baja.

4.5.2 Color – Apariencia

La correlación negativa alta de -0.999 encontrada entre el color L* y el atributo sensorial de apariencia, indica que entre más claridad tenga el color del yogur, menor será la calificación de apariencia que obtendrá. Esta correlación se refleja en el tratamiento control y el tratamiento con *Lactobacillus acidophilus* los cuales tuvieron la mayor claridad de entre los tres yogures y a la vez obtuvieron la calificación de apariencia más baja.

Mediante el análisis estadístico de correlación entre el color a* y la apariencia se determino que los tratamientos con mayor intensidad de tonos rojos en su color reciben mejores calificaciones de apariencia. El tratamiento con *Bifidobacterium bifidum* tiene la mayor intensidad de color rojo según el análisis físico y también tuvo la apariencia más aceptada por el panel sensorial de aceptación. La correlación fue de 0.977.

La correlación negativa alta de -0.960 entre la apariencia y el color b* demuestra que el yogur con mayor intensidad de tonos amarillos recibirá la calificación de apariencia más baja, en este experimento es el caso del tratamiento control y el yogur con *Lactobacillus acidophilus*.

4.5.3 Viscosidad – Textura

Existe una correlación positiva alta de 0.990 entre la característica física de viscosidad y el atributo sensorial de textura, esto significa que entre mayores sean los valores de viscosidad del yogur, mayores serán las calificaciones obtenidas en el atributo de textura en los análisis sensoriales. Debido a esta correlación es que a pesar de no existir diferencias significativas en el atributo sensorial de textura, los tratamientos con *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum* tienen las medias más altas ya que igualmente tienen los valores de viscosidad más altos en los análisis físicos.

4.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

4.6.1 Conteo de coliformes

Se cumplió con las regulaciones sanitarias ya que el conteo de coliformes en todas las unidades experimentales estuvo debajo 10 UFC/ml que es el máximo permitido. En el Cuadro 14 se muestran los promedios del conteo de coliformes de cada uno de los tratamientos en todo el experimento. Estos resultados indican que no hubo contaminación durante el proceso de elaboración del yogur.

Cuadro 14. Conteo de Coliformes

TRT	Promedio UFC/ml
TRT 2 (C. iniciador + <i>L. acidophilus</i>)	2.5
TRT 1 (Cultivo iniciador)	1.5
TRT 3 (C. iniciador + <i>B. bifidum</i>)	3.0

4.7 ANÁLISIS DE COSTOS

Se determinó que el costo variable de producción del yogur de fresa de 190 g. es de L. 4.63, mientras que el yogur probiótico de fresa tiene un costo variable de L. 4.71 (Cuadro 15) lo cual es 1.02% más caro. Actualmente, el precio de venta del yogur de fresa sin probióticos para los supermercados es de L. 9.05 con lo cual se obtiene 96% de ganancia por unidad vendida. Se sugiere un precio de venta de L. 9.44 para obtener una ganancia de 100% por unidad vendida lo cual permitirá tener 4.13% más de ganancia. En caso de realizarse una reformulación de la mezcla para yogur Zamorano se sugiere hacer un nuevo análisis de costos variables.

Cuadro 15. Costos variables yogur probiótico de fresa (190 g)

Insumo	Cantidad	Unidad	Costo (L.)
Leche entera (3.8 %)	0.163	Kg	1.23
Leche descremada (0.01 %)	0.056	Kg	0.42
Azucar	0.016	Kg	0.04
Leche descremada en polvo	0.01	Kg	0.53
Cultivo iniciador	2.38E-03	g	0.18
Cultivo probiótico*	1.04E-03	g	0.08
Estabilizador p/ yogur	9.5E-04	Kg	0.16
Sorbato de potasio	0.095	g	0.02
Pulpa de fresa	0.019	lb	0.05
Colorante rojo	0.143	ml	0.02
Super aroma de fresa	0.238	ml	0.08
Tapa p/ envase de 190 g.	1	unidad	0.38
Envase de 190 g.	1	unidad	1.33
Sello termoencogible	1	unidad	0.19
Costo Total			4.71

***Para efectos de este estudio se uso el mismo precio por gramo que el cultivo iniciador ya que las muestras usadas fueron muestras gratis.**

5. CONCLUSIONES

- La adición de *Bifidobacterium bifidum* o *Lactobacillus acidophilus* a la mezcla para yogur Zamorano aumentó significativamente la viscosidad y la cantidad de tonos rojizos en el color del producto final, mientras que la acidez titulable aumentó significativamente con respecto al tratamiento control al adicionar *Lactobacillus acidophilus* y disminuyó significativamente al adicionar *Bifidobacterium bifidum*.
- El yogur probiótico con *Lactobacillus acidophilus* tuvo la mejor aceptación en sabor y el yogur inoculado con *Bifidobacterium bifidum* tuvo la mejor apariencia. No existen diferencias significativas en los atributos de aroma, textura y acidez.
- El yogur probiótico de fresa con alta viscosidad, alta ATECAL y abundancia de tonos rojos en su color tuvo alta aceptación en los atributos sensoriales de textura, acidez y apariencia respectivamente. Contrario a esto, el yogur con alta claridad y abundancia de tonalidades amarillas en su color recibió calificaciones bajas en el atributo sensorial de apariencia.
- El yogur de fresa con *Lactobacillus acidophilus* y el yogur solo con cultivo iniciador fueron preferidos de igual manera por los consumidores. El yogur probiótico de fresa marca Dos Pinos fue preferido sobre el yogur probiótico de fresa Zamorano debido a una viscosidad y acidez significativamente mayor.
- Se estimó que el costo variable de producción del yogur probiótico de fresa Zamorano es de L. 4.71 y para obtener un 100% de ganancia por unidad vendida se sugiere un precio de venta a los supermercados de L.9.44.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis microbiológico con medios de cultivo selectivos para *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* para determinar el conteo de probióticos en el yogur a lo largo de la vida útil de mismo.
- Se recomienda hacer una reformulación y realizar ajustes en el proceso para aumentar la viscosidad y la acidez titulable de la mezcla para yogur Zamorano.
- Entrenar un panel sensorial para obtener resultados que tengan mayor validez.
- Realizar un estudio de mercado que determine la demanda, factibilidad financiera y rentabilidad, para justificar la producción del yogur probiótico sabor a fresa en la planta de lácteos Zamorano.
- Desarrollar un empaque nuevo y adecuado para la promoción del yogur probiótico de acuerdo al mercado meta.
- Medir el efecto de los probióticos *Bifidobacterium bifidum* y *Lactobacillus acidophilus* en la vida útil del yogur de fresa Zamorano.
- Evaluar el efecto que tienen otros cultivos probióticos en las características físico-químicas y sensoriales del yogur Zamorano.
- Medir la sobrevivencia de los probióticos y evaluar los efectos del yogur probiótico Zamorano dentro del tracto gastrointestinal humano.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Chr. Hansen, 2004. FD-DVS BB-12 Probio-Tec, Informacion de Producto.
- CODEX STAN 243-2003. 2003. Norma del Codex para Leches Fermentadas.
- Dairy & Food Culture Technologies. 2006. Products with Probiotics. Consultado el: 10 de mar. de 2007. Disponible en: <http://www.usprobiotics.org/>
- FAO. 2005. Probióticos: utilidad clínica. Consultado el: 3 de abr. de 2007. Disponible en: <http://colombiamedica.univalle.edu.co/Vol37No4/html/v37n4a08.html>
- Harper, S., et al. 1991. Journal of Dairy Science Vol. 74, No. 9, 1991. Sensory Ratings of Commercial Plain Yogurts by Consumer and Descriptive Panels.
- Heller, K. 2001. American Journal of Clinical Nutrition 2001; 73 (suppl):374-9S. Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms.
- IDF. 2001. Consumption statistics for milk and milk products. International Dairy Federation Bulletin No. 254, Brussels, Belgium.
- Kneifel, W., et al. 1992. Journal of Dairy Science Vol. 75, No. 11, 1991. Screening of Biochemical, Commercially Available Mesophilic Dairy Starter Cultures: sensory, and Microbiological Properties.
- Moller, C. 2004. Milchwissenschaft 59 (11/12) 2004. Probiotic effect of selected acid bacteria.
- Perdignon, G. 1995. Journal of Dairy Science Vol.78, No. 7, 1995. Immune System Stimulation by Probiotics.
- Portal de Tecnologías y Mercados del Sector Alimentario. Tendencias en productos lácteos. 2007. Consultado el: 4 de sept. de 2007. Disponible en: www.alimentatec.com
- Revilla, A. 1992. Escuela Agrícola Panamericana. Ciencia y Tecnología de la Leche: Pruebas químicas, prueba de acidez.
- Sanders, M., Klaenhammer, T., 2001. Journal of Dairy Science 84: 319-331. American Dairy Science Association. The Scientific Basis of *Lactobacillus acidophilus* NCFM Functionality as a Probiotic.
- Tamine, A. y Robinson, K. 1985. Yoghurt: Science and Technology.
- Villalobos, C. 2005. Los Probióticos del Yogur Dos Pinos. Investigación y Desarrollo Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos. R.L.

8. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial de aceptación de yogur probiótico

Evaluación Sensorial Yogur Probiótico sabor a fresa

Número de Muestra: _____

Encierre en un círculo su evaluación para cada una de las 6 características.

Sabor	1 Me disgusta mucho	2 No me gusta	3 No me gusta ni me disgusta	4 Me gusta	5 Me gusta mucho
Textura	1 Me disgusta mucho	2 No me gusta	3 No me gusta ni me disgusta	4 Me gusta	5 Me gusta mucho
Aroma	1 Me disgusta mucho	2 No me gusta	3 No me gusta ni me disgusta	4 Me gusta	5 Me gusta mucho
Acidez	1 Me disgusta mucho	2 No me gusta	3 No me gusta ni me disgusta	4 Me gusta	5 Me gusta mucho
Apariencia	1 Me disgusta mucho	2 No me gusta	3 No me gusta ni me disgusta	4 Me gusta	5 Me gusta mucho
Aceptación General	1 Me disgusta mucho	2 No me gusta	3 No me gusta ni me disgusta	4 Me gusta	5 Me gusta mucho

Comentarios:

Anexo 2. Hoja de evaluación sensorial de preferencia de yogur probiótico

Evaluación Sensorial
Yogur Probiótico sabor a fresa

Por favor marque en esta hoja con una "x" la muestra de yogur que más le guste.

315

241

Anexo 3. Cálculo de cantidad de probióticos a utilizar en cada tratamiento**Fórmula:**

(Concentración inicial) (X gr de probiótico) = (Concentración final) (Gramos de yogur)