

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Elaboración de yogur firme sabor fresa

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por

Olga Antonina Cueva Castillo

Honduras
Diciembre, 2003

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 el derecho de autor

Olga Antonina Cueva Castillo

Honduras
Diciembre, 2003

Elaboración de yogur firme sabor fresa

presentado por

Olga Antonina Cueva Castillo

Aprobada:

Luis Osorio, Ph.D.
Asesor Principal

Claudia García, Ph.D.
Coordinadora de la Carrera de
Agroindustria

Gladys Fukuda, M.Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

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

DEDICATORIA

A mi madre Antonina Castillo y mi hermano Guillermo por ser los apoyos más fuertes en mi vida, por sus invaluable sacrificios para darme lo mejor y por estar a mi lado en los buenos y malos momentos de mi vida.

A mi padre Guillermo Cueva y a mi abuela mamama, por estar siempre dispuestos a escucharme y darme sus consejos para salir adelante.

A la memoria de mi abuelo Tata, que siempre confió en mi capacidad para lograr el éxito de ser Zamorana.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, Padre todo poderoso, por darme las fuerzas para salir adelante, estar siempre a mi lado y ayudarme a cumplir esta meta.

Al Ing. Aurelio Revilla por creer en mi al convencerme y abrirme las puertas de Zamorano.

A mi familia por su infinito amor, apoyo incondicional y paciencia.

A mis profesores de la carrera de Agroindustria por ayudarme a formarme profesionalmente y brindarme sus valiosos conocimientos.

Al personal de la planta de lácteos por brindarme su apoyo en todo momento.

A Brenda Inestroza, Sofia Ortega y Gibsa Picado por compartir a mi lado gratos recuerdos y apoyarme en momentos difíciles.

A mis amigos Marco Del Valle y Raúl R. por brindarme su amistad.

A Francisco Escobedo por sus consejos para salir adelante y su valiosa comunicación.

A la familia Toapanta-Ruperti por brindarme su calor de hogar durante mi pasantía en Ecuador.

A todas los colegas y amistades que me brindaron su amistad y apoyo.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al fondo Food For Progress por el financiamiento de mis estudios en Zamorano.

A la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) por brindarme el apoyo financiero para realizar mis estudios.

Al señor Billy Handal y el matrimonio Flores-Flake por creer en mi capacidad y apoyarme en la obtención de mi beca.

RESUMEN

Cueva, C. Olga. 2003. Elaboración de yogur firme sabor fresa. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 44 p.

De todos los productos lácteos acidificados, el yogurt es el más conocido y popular en casi todo el mundo. En los últimos años este producto ha tenido una creciente demanda, lo que ha llevado a los diferentes productores de lácteos a ocuparse de la elaboración y comercialización de yogurt a nivel industrial. Los efectos benéficos del yogurt sobre la salud son un tema de gran interés, característica por la cual muchas civilizaciones tras miles y miles de años lo han consumido. El yogur firme se define como un yogur que se incuba y se enfría directamente en el envase final. Este tipo de yogur es desconocido en el mercado de Honduras, debido a que actualmente no se comercializa en el mercado local. El yogur líquido y el batido son dos tipos de yogur encontrados fácilmente en supermercados de Honduras, bajo distintas marcas. El objetivo de este estudio fue determinar la viabilidad técnica y el costo estimado para la elaboración de yogur firme sabor fresa en la Planta de Lácteos de Zamorano. Se realizó un diseño DCA con un arreglo de tratamientos de 2 * 2 factorial, evaluándose porcentaje de estabilizador (0.4 y 0.5 %) y porcentaje de puré de fresas (14 y 16 %), obteniéndose así cuatro tratamientos. La evaluación sensorial de los cuatro tratamientos, se realizó preliminarmente en Zamorano, a través de un grupo de 12 personas, con quienes se evaluaron las características de acidez, dulzura, aroma, color, textura y apariencia. Luego se realizaron pruebas de preferencia para determinar los dos tratamientos más preferidos en Zamorano y de éstos el más preferido en Tegucigalpa. El 63.89% de los encuestados prefirió un yogur firme con 0.5% de estabilizador y 14% de puré de fresas, por sus características sensoriales de textura y dulzura. El yogur firme elaborado en este estudio cumple con los estándares microbiológicos y contiene 4.08% de proteína y 6.26% de azúcares reductores. El costo de ingredientes para la elaboración de yogur firme es de L. 18.84/kg.

Palabras clave: porcentaje de estabilizador, porcentaje de puré de frutas, textura.

Luis Osorio, Ph.D.
Asesor Principal

CONTENIDO

Portadilla.....	i	
Autoría.....	ii	
Página de firmas.....	iii	
Dedicatoria.....	iv	
Agradecimientos.....	v	
Agradecimientos a patrocinadores.....	vi	
Resumen.....	vii	
Contenido.....	viii	
Índice de Cuadros.....	x	
Índice de Figuras.....	xii	
Índice de Anexos.....	xiii	
1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	OBJETIVOS.....	1
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1	ORIGEN DEL YOGUR.....	2
2.2	IMPORTANCIA NUTRICIONAL.....	3
2.2.1	Valor nutritivo del yogur.....	3
2.3	EFFECTOS TERAPÉUTICOS DEL YOGUR.....	5
2.4	TIPOS DE YOGUR.....	6
2.4.1	Yogur con frutas.....	6
2.5	ELABORACIÓN DE YOGUR FIRME.....	7
2.5.1	Diagrama del proceso de elaboración del yogur firme.....	8
2.6	FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL YOGUR FIRME.....	9
2.6.1	Elección de la leche.....	9
2.6.2	Normalización de la leche.....	9
2.6.3	Aditivos en la leche.....	10
2.6.3.1	Edulcorantes.....	10
2.6.3.2	Estabilizadores.....	10
2.6.4	Homogeneización.....	11
2.6.5	Tratamiento térmico.....	11
2.6.6	Cultivos utilizados para la elaboración de yogur firme.....	12
2.7	FERMENTACIÓN DEL YOGUR.....	13
2.8	PRESERVANTES.....	14
2.9	ENVASADO.....	15
2.10	REFRIGERACIÓN Y ALMACENAMIENTO.....	15
2.11	CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO.....	15
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	17

3.1	UBICACIÓN.....	17
3.2	MATERIALES UTILIZADOS.....	17
3.2.1	Materia prima.....	17
3.2.2	Equipo, utensilios y suministros.....	17
3.3	DESARROLLO DEL PROCESO Y FORMULACIÓN DEL YOGUR FIRME.....	18
3.3.1	Preparación del cultivo láctico.....	18
3.3.2	Llenado de envases con puré de fresas.....	18
3.3.3	Procedimiento.....	19
3.3.3.1	Estandarización de la leche.....	19
3.3.3.2	Pasteurización y homogeneización.....	19
3.3.3.3	Adición del cultivo y sorbato de potasio.....	19
3.3.3.4	Adición de la mezcla en envase final.....	19
3.3.3.5	Incubación y enfriamiento del yogur.....	20
3.4	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	20
3.5	DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	21
3.6	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	21
3.6.1	Recuento de mohos y levaduras.....	21
3.6.2	Recuento de coliformes totales.....	21
3.7	ANÁLISIS FÍSICO.....	22
3.8	ANÁLISIS QUÍMICO.....	22
3.8.1	Métodos de análisis.....	22
3.9	DETERMINACIÓN DEL COSTO.....	22
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1	PRUEBAS PRELIMINARES.....	23
4.2	FORMULACIÓN DEL YOGUR FIRME.....	24
4.2.1	Control de la acidez del yogur firme.....	24
4.3	ANÁLISIS SENSORIALES.....	24
4.3.1	Evaluación en la Escuela Agrícola Panamericana.....	24
4.3.2	Análisis de preferencia.....	27
4.4	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	28
4.5	ANÁLISIS FÍSICO.....	29
4.6	ANÁLISIS QUÍMICO.....	29
4.7	ANÁLISIS DE COSTOS DE INGREDIENTES.....	30
5	CONCLUSIONES.....	31
6	RECOMENDACIONES.....	32
7	BIBLIOGRAFÍA.....	33
8	ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Cifras típicas de concentración de algunos nutrientes mayoritarios de la leche y el yogur.....	4
2.	Concentración de vitaminas en la leche y el yogur.....	5
3.	Clasificación del yogur según el contenido de grasa.....	9
4.	Contenido (%) de grasa, sólidos no grasos (SNG) y aditivos en tres tipos de yogur.....	11
5.	Formulación base para la mezcla de yogur firme	19
6.	Tratamientos en la elaboración de yogur firme.....	23
7.	Composición porcentual de ingredientes en los tratamientos evaluados en la Escuela Agrícola Panamericana.....	24
8.	Característica color en yogur firme.....	25
9.	Característica aroma en yogur firme.....	25
10.	Característica acidez en yogur firme.....	25
11.	Característica dulzura en yogur firme.....	26
12.	Característica textura en yogur firme.....	26
13.	Característica apariencia en yogur firme.....	27
14.	Prueba de preferencia de yogur firme en la Escuela Agrícola Panamericana.....	27
15.	Prueba de preferencia de yogur firme en Tegucigalpa.....	28
16.	Conteo microbiológico en tratamientos de yogur firme.....	28
17.	Pruebas de penetración en yogures con diferentes porcentajes de estabilizador.....	29

18.	Composición de yogur firme con 0.5 % de estabilizador y 14 % de fruta.....	29
19.	Costos variables en lempiras para 25 kg de yogur firme.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		
1.	Flujo del proceso de elaboración de yogur firme.....	8
2.	Flujo del proceso de elaboración de yogur firme en la Escuela Agrícola Panamericana.....	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		
1.	Hojas de evaluación sensorial.....	36
2.	Análisis estadístico.....	38
3	Chi cuadrado.....	44
4	Análisis de varianza (ANDEVA) del estudio.....	44

1. INTRODUCCIÓN

El yogur es un producto lácteo preparado por medio de la acidificación de la leche. Esta acidificación se logra a través de la inoculación de las bacterias *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* y *Lactobacillus delbruekii ssp. bulgaricus*. Estos microorganismos se encargan de convertir la lactosa, el azúcar de la leche, en ácido láctico. En este proceso de conversión hay producción de sustancias como ácido acético, diacetilo, acetaldehído y otras responsables de sabores y aromas reconocidos en el yogur (Bylund, 1996).

Según Bylund (1996), de todos los productos lácteos acidificados, el yogur es el más conocido y popular en casi todo el mundo. El consumo más alto de yogur se da en los países ribereños del Mediterráneo, Asia y Europa Central.

El yogur es un producto lácteo altamente digerible con un alto valor nutritivo, que suple una gran cantidad de proteínas y es una fuente de calcio, fósforo, potasio y significativas cantidades de vitaminas (Bylund, 1996). Existen tres tipos principales de yogur: batido, líquido y firme, aunque se pueden mencionar algunos otros como el congelado y deshidratado.

Yogur firme se define como un yogur que se incuba y se enfría directamente en el envase final. El yogur firme es un producto lácteo acidificado desconocido en el mercado de Honduras, debido a que actualmente no se comercializa en el mercado local. El yogur batido y el yogur líquido son los dos tipos de yogur que se pueden encontrar fácilmente en supermercados de Honduras, bajo distintas marcas.

El objetivo general de este estudio fue determinar la viabilidad técnica y el costo estimado para la elaboración de yogur firme sabor fresa, en la Planta de Lácteos de Zamorano. Los objetivos específicos del estudio fueron elaborar un yogur firme sabor fresa de óptima calidad, realizar un análisis sensorial para determinar las preferencias del consumidor, determinar el costo del producto y seleccionar el proceso y los equipos adecuados.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ORIGEN DEL YOGUR

Según Tamime y Robinson (1991), no se sabe dónde ni cuándo por primera vez el hombre comienza a elaborar yogur, pero se ha sabido que por miles y miles de años muchas civilizaciones lo han utilizado debido a creencias de efectos positivos en la salud humana. Hay muchas suposiciones sobre el origen del yogur, pero principalmente se cree que es proveniente del Medio Oriente.

Según se cree los primeros en tomar yogur fueron las comunidades nómadas del sudoeste asiático, quienes supieron desarrollar tempranamente las técnicas de elaboración. Quizás el primer yogur haya nacido de la fermentación de la leche producida por efectos de los rayos del sol y el calor ambiental (Ventura, 2000).

Históricamente, el origen del yogur se ubica en las regiones bálticas, donde sus pobladores gozan de longevidad atribuida al consumo de yogur. Basado en este hecho, el biólogo ruso I. Metchnikov (premio Nobel 1908) estudió por primera vez el yogur como producto dietético y terapéutico. Así como la leche, el yogur tiene un alto contenido proteínico y es rico en vitamina A, B y C, se usa también como efectivo regenerador de la flora intestinal y como complemento para las personas lactointolerantes (Geocities, 2003).

El yogur como tal recién se conocería en Europa hasta 1542, aunque de forma aislada. Habría que esperar al siglo XX para que occidente lo conociera, de lo cual se ocuparía Isaac Carasso y su hijo Daniel - a quien cariñosamente llamaba DANONE - quienes iniciarían la producción del yogur en pequeña escala en el viejo continente (Lacto, 2003).

Así para la época de los años cincuenta y sesenta, el yogur ya había logrado capturar el gusto de millones de consumidores. Pero es recién en las décadas de los años ochenta y noventa que se produce el verdadero boom, mucho de ello gracias al creciente interés de la población de los llamados países del primer mundo, por prolongar la vida, conservar la salud y la estética (Lacto, 2003).

La acidificación de la leche por medio de la fermentación es uno de los mecanismos más viejos que se emplean para poder aumentar la vida útil de la leche, dándole una serie de características organolépticas agradables. El proceso de la fermentación se puede llevar a cabo por medio de diferentes métodos, dando origen a diferentes productos fermentados, tales como kumis, kefir, leche acidófila y yogur (Fraser, 1992; citado por Zelaya, 1998).

Según Early (1998), la consistencia, sabor y aroma varían de un lugar a otro. En algunos lugares, el yogur se produce bajo la forma de un líquido altamente viscoso, mientras que en otros países presenta la apariencia de un gel blando. El yogur también se produce en forma congelada para postres o como bebida.

El tipo de leche utilizada para la elaboración de yogur depende del lugar donde se elabora y se consume. Tanto en norte, centro y sur América, como en Europa occidental, la preferencia y producción se basa en la leche de vaca; en Turquía y Europa oriental en leche de cabra y en Egipto e India en leche de Buffalo (Zonadiet, 2001).

Técnicamente el yogur es el producto que resulta de la acción fermentadora simultánea de dos bacterias, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, sobre el azúcar natural de la leche (lactosa). Los cocos son los responsables de la acidez mientras que los bacilos lo son del aroma y del sabor (Geocities, 2003).

2.2 IMPORTANCIA NUTRICIONAL

Como la leche, el yogur es un alimento de alto nivel nutritivo por ser una importante fuente de calcio y proteínas. El creciente interés por la salud, así como de las formas naturales de promoverlas, ha resultado en un incremento en la demanda de alimentos funcionales y probióticos, entre los cuales destaca el yogur.

Los estudios del bacteriólogo ruso Ilya Metchinkov, realizados en 1907, influyeron para que se realizaran investigaciones de mayor profundidad con respecto al valor nutritivo del yogur. Él sostuvo que el yogur era un medio efectivo de combatir una serie de enfermedades que iban desde resequedad en la piel hasta la arteriosclerosis (Tamime y Deeth, 1981; citado por Zelaya, 1998).

2.2.1 Valor nutritivo del yogur

El valor nutritivo del yogur depende de su composición. Las materias primas utilizadas, los ingredientes agregados y el proceso de fabricación, determinan los contenidos de vitaminas, proteína, grasa y minerales (Early, 1998).

El principal azúcar del yogur es la lactosa, que se encuentra en el producto final en proporciones muy similares a la leche, es decir 4 - 5 %. Sin embargo, se ha comprobado que el yogur no causa trastornos digestivos para las personas lactointolerantes y puede por lo tanto incluirse en su dieta (Early, 1998). La explicación más sencilla sobre esta tolerancia al yogur es que los microorganismos del yogur desde la incubación desdoblan la lactosa en glucosa y galactosa, las cuales son digeribles por los lactointolerantes (Gallager *et al.*, 1974; citado por Early, 1998).

Su gran digestibilidad hace que el yogur sea una buena fuente de energía en la dieta. Las caseínas y las proteínas del suero contienen muchos aminoácidos esenciales y el consumo

diario de 200-250 gramos de yogur cubre el 82 % del valor calórico aportado por las proteínas diariamente. Los yogures no desnatados son además una buena fuente de lípidos en la dieta (Early, 1998). El Cuadro 1 muestra el incremento de sólidos no grasos e iones inorgánicos en yogur comparado con leche entera.

Cuadro 1. Cifras típicas de concentración de algunos nutrientes mayoritarios de la leche y el yogur.

Nutriente (unidades/100g)	Leche		Yogur		
	Entera	Descremada	Entero	Descremado	De fruta
Calorías	67.50	36.00	72.00	64.00	98.00
Proteínas (g)	3.50	3.30	3.90	4.50	5.00
Grasa (g)	4.25	0.13	3.40	1.60	1.25
Carbohidratos (g)	4.75	5.10	4.90	6.50	18.60
Calcio (mg)	119.00	121.00	145.00	150.00	176.00
Fósforo (mg)	94.00	95.00	114.00	118.00	153.00
Sodio (mg)	50.00	52.00	47.00	51.00	-
Potasio (mg)	152.00	145.00	186.00	192.00	254.00

Fuente: Tamime y Robinson (1991)

El extracto seco total del yogur es parecido en todos los tipos, el mayor contenido en extracto seco magro es el del yogur descremado. Las concentraciones de los distintos nutrientes en los yogures de frutas dependen del tipo de fruta añadida (Tamime y Robinson, 1991).

En cuanto al contenido de vitaminas del yogur versus el contenido de vitaminas en leche, está sujeto a debate por varios autores, ya que unos aseguran que es una fuente rica en vitaminas, mientras que otros indican que durante la producción de yogur la cantidad de vitaminas disminuye. Se ha determinado que el contenido de vitaminas en el yogur respecto al contenido de vitaminas en la leche cruda, depende grandemente de los procesos de fortificación y de elaboración (Cuadro 2). Las altas temperaturas que se necesitan para elaborar el yogur influyen en la disminución del contenido de vitaminas. Las vitaminas más susceptibles son: C, B₆, B₁₂ y ácido fólico (Tamime y Deeth, 1981; citado por Zelaya, 1998).

Cuadro 2. Concentración de vitaminas en la leche y el yogur.

Vitamina (unidades/100g)	Leche		Yogur	
	Entera	Descremada	Entero	Descremado
Vitamina A (UI)	148.00	-	140.00	70.00
Tiamina (B ₁) (µg)	37.00	40.00	30.00	42.00
Riboflavina (B ₂) (µg)	160.00	180.00	190.00	200.00
Piridoxina (B ₆) (µg)	46.00	42.00	46.00	-
Cianocobalamina (B ₁₂) (µg)	0.39	0.40	-	0.23
Vitamina C (mg)	1.50	1.00	-	0.70
Vitamina D (UI)	1.20	-	-	-
Vitamina E (UI)	0.13	-	-	Trazas
Ácido fólico (µg)	0.25	-	-	4.10
Ácido nicotínico (µg)	480.00	-	-	125.00
Ácido pantoténico (µg)	371.00	370.00	-	381.00
Biotina (µg)	3.40	1.60	1.20	2.60
Colina (mg)	12.10	4.80	-	0.60

Fuente: Tamime y Robinson (1991)

Durante la fermentación algunas vitaminas son consumidas por las bacterias, mientras que otras son activamente sintetizadas. Esto va a depender estrictamente de las condiciones de fermentación y la cantidad de cultivo que se utiliza. El contenido de vitaminas disminuye grandemente durante el almacenamiento y esto varía con respecto al tiempo que tiene de elaborado el yogur. Algunas vitaminas son aparentemente más estables durante el almacenamiento en el yogur que en la leche, como la vitamina A y B₂ (Tamime y Deeth, 1981; citado por Zelaya, 1998).

2.3 EFECTOS TERAPÉUTICOS DEL YOGUR

Los efectos benéficos del yogur sobre la salud son un tema de gran interés debido no sólo a sus propiedades nutricionales, sino también a su acción benéfica sobre la microflora intestinal, factor de mucha importancia en la resistencia natural del individuo a las infecciones.

Las bacterias lácticas incrementan diversas funciones inmunológicas, lo que estimula una acción antitumoral. En estudios realizados se observa que la producción de citoquinas y de anticuerpos aumenta con el consumo de yogur. Su habitual ingesta puede ser útil para las personas que padecen de diarreas, trastornos gastrointestinales y además mejora la calidad de vida y el sistema inmune de pacientes afectados de cáncer, sobre todo de colon, osteoporosis, patología cardiovascular, anorexia, alcoholismo e infecciones (Medellín, 2002).

Las bifidobacterias son organismos probióticos que mejoran el balance microbiano en el intestino humano. Las bifidobacterias son sensibles a la alta acidez y su viabilidad en

yogur es limitada. Según Adhikari *et al.* (2000), al investigar un yogur con bifidobacterias no encapsuladas en comparación con un yogur que contenía bifidobacterias microencapsuladas, encontraron que después de 30 días de almacenamiento en refrigeración había una declinación del 78 % de la población de bifidobacterias en el primer yogur y un contenido de ácido acético más alto que en el segundo yogur. El yogur con bifidobacterias encapsuladas contenía una población estable de bifidobacterias, pero los consumidores prefirieron el sabor del yogur con bifidobacterias no encapsuladas. El microencapsulamiento de bifidobacterias puede ser una buena alternativa para productos fermentados, teniendo el cuidado de proveer las características de sabor deseables para el consumidor.

El yogur es una fuente rica de calcio y se ha demostrado que personas que son intolerantes a la lactosa son muy propensas a sufrir de osteoporosis y en especial las mujeres. Al no poder consumir leche, tienen que encontrar la manera de suplir su requerimiento de calcio y el yogur resulta una alternativa ideal para aliviar este problema (Tamime y Deeth, 1982; citado por Zelaya, 1998).

2.4 TIPOS DE YOGUR

Generalmente, el yogur y productos similares se clasifican en función de su estado físico en el envase de venta al por menor y según su período de conservación. Estas características dependen del proceso de fabricación, de las materias primas y de los ingredientes añadidos (Early, 1998).

Según Bylund (1996) el yogur se clasifica de la siguiente manera:

- Yogur firme: se incuba y se enfría en el mismo envase en que está.
- Yogur batido: es incubado en depósitos y enfriado antes de su envasado.
- Yogur congelado: es incubado en tanques y congelado como un helado de crema.
- Yogur concentrado: es incubado en tanques, concentrado y enfriado antes de ser envasado.
- Yogur líquido: similar al yogur batido, pero en éste el coágulo se rompe hasta obtener una forma líquida antes de su envasado.

2.4.1 Yogur con frutas

Entre los saborizantes más comunes utilizados están las frutas y bayas en jarabe, procesadas o como purés. La fruta se mezcla con el yogur antes o durante el envasado. Se puede también colocar en el fondo del envase antes de llenarlo con yogur. Otra alternativa es envasar la fruta de forma separada en una “capa doble” integrada en la copa que constituye el envase (Bylund, 1996).

Según Early (1998), el puré de fruta se dosifica volumétricamente en una concentración del 12-18% para los yogures batidos y se puede incorporar tras la refrigeración del yogur

si ésta se realiza en una sola fase, o bien después de la primera etapa de refrigeración si el enfriamiento se lleva a cabo en dos fases.

2.5 ELABORACIÓN DE YOGUR FIRME

La elaboración del yogur no es un proceso en absoluto uniforme y las técnicas utilizadas por los distintos fabricantes pueden ser muy diferentes. Como existen infinidad de tipos de yogures y productos de composición muy variable, los sistemas de fabricación no son siempre los mismos (Early, 1998). Con el fin de reducir los costos de las instalaciones, es posible utilizar la misma planta para la producción tanto de yogur batido como de yogur firme.

Según Early (1998), en el proceso de fabricación del yogur firme o compacto, la leche sembrada con el cultivo se distribuye en los envases de venta. Si en la formulación se incluyen colorantes/aromatizantes, se añaden al envase vacío inmediatamente antes del llenado con la leche inoculada, para facilitar así una distribución más uniforme. A continuación, los envases se incuban en las condiciones adecuadas. La temperatura de incubación varía según se aplique el método corto o método largo. El sistema corto consiste en incubar la leche a 40-43°C durante 2.5 - 4 horas, mientras que la incubación larga se mantiene a 30-32°C durante un tiempo de 10-12 horas. Cuando la leche alcanza el pH necesario, los envases se enfrían para interrumpir el proceso de fermentación. El coágulo se forma en el interior del envase y como no se extrae del mismo, no se rompe; el gel resultante es una masa semisólida y el producto recibe el nombre de yogur compacto, consistente o firme.

La vida útil de los productos lácteos fermentados puede aumentar por medio de dos tratamientos principales: la producción y llenado aséptico y a través de un tratamiento térmico al producto terminado, que se puede realizar antes de su llenado o en el envase (Bylund, 1996).

Según Bylund (1996), es común que el producto sea sometido a un tratamiento térmico posterior, esto se realiza con el propósito de alargar la vida de anaquel del producto. Esta necesidad, de tener un producto con una mayor vida útil, ha surgido en vista de la tendencia hacia unidades de producción de mayores volúmenes y la lejanía entre un mercado y otro. La preservación de este producto por un mayor espacio de tiempo se convierte en una necesidad, además que día con día crece la demanda por productos que puedan estar almacenados a temperatura ambiente. Este tipo de yogur se denomina yogur de larga duración o esterilizado. El yogur de tipo firme es calentado a 72-75°C durante 5-10 minutos en sus envases, en cámaras especiales de pasteurización.

2.5.1 Diagrama del proceso de elaboración del yogur firme

Según Medellín (2002), el diagrama de flujo de los pasos a seguir en el proceso de elaboración de yogur firme es el que se muestra en la Figura 1.

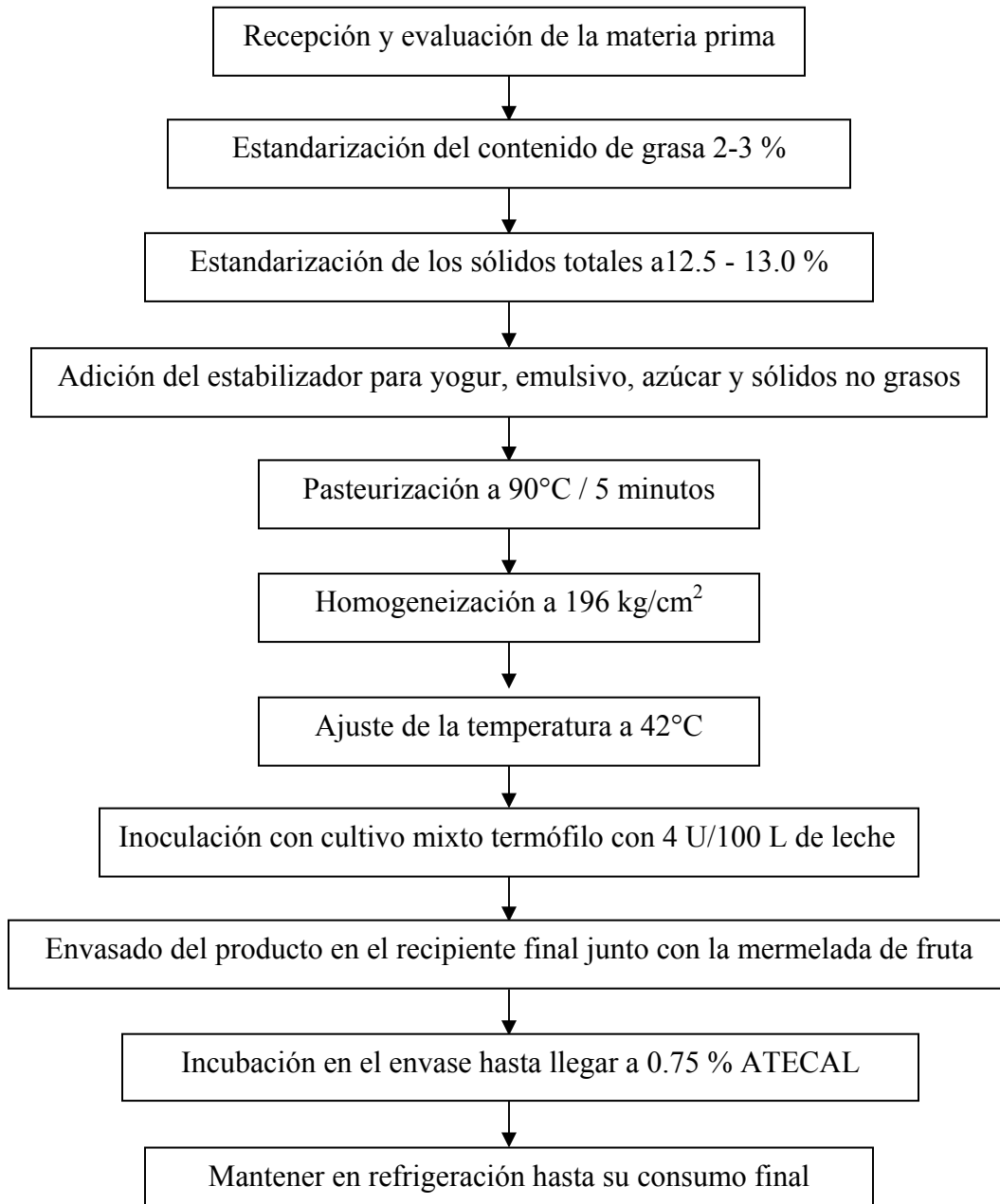


Figura 1. Flujo de proceso de elaboración de yogur firme.

Fuente: Medellín (2002)

2.6 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL YOGUR FIRME

Según Early (1998), durante el proceso de fabricación, es necesario controlar rigurosamente un gran número de factores para obtener un producto final de calidad, un yogur que presente las características adecuadas de sabor, aroma, viscosidad, aspecto, consistencia y periodo de conservación. Entre estos factores se pueden citar:

- La elección de la leche como materia prima
- Los ingredientes añadidos
- El tratamiento térmico
- La emulsificación u homogeneización
- La preparación del cultivo

2.6.1 Elección de la leche

Aunque se ha utilizado leche de diferentes especies animales para la fabricación de yogur, en la industria se utiliza básicamente leche de vaca. Puede utilizarse leche entera, leche parcialmente descremada, leche descremada o crema de leche. La leche más apropiada es la que posee un contenido elevado de proteínas por su alta densidad. A pesar de ello, no es necesario elegir una leche con una proporción elevada de extracto seco para la producción de yogur, ya que puede ser aumentado más tarde por medio de otros productos como: leche descremada concentrada, leche en polvo descremada, suero, lactosa (Covas, 2001).

Es necesario comprobar que ninguno de los ingredientes utilizados contenga antibióticos, bacteriófagos, restos de detergentes o desinfectantes, ni ninguna otra sustancia que pueda inhibir el crecimiento de los microorganismos del cultivo iniciador (Early, 1998).

2.6.2 Normalización de la leche

Según Bylund (1996), el yogur puede contener grasa de 0 – 10 %. Sin embargo, lo más habitual es un contenido graso de 0.5 - 3.5 %. El yogur se puede clasificar en tres grupos, según el código y principios establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) y por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación del yogur según el contenido de grasa.

Grupos	Contenido graso %
Yogur normal	Mínimo 3
Yogur parcialmente desnatado	Mínimo 0.5. Máximo 3
Yogur desnatado	Máximo 0.5

Fuente: Bylund (1996)

Según lo establecido por la FAO/OMS, el contenido mínimo de sólidos no grasos de origen lácteo deber ser 8.2%. El incremento en el contenido total de materia seca, especialmente de la proporción de caseína y proteínas del suero, da lugar a un yogur de más consistencia, reduciéndose la tendencia a la separación del suero (Bylund, 1996).

Según Keating y Gaona (2002), con el fin de fortificar la leche fluida y como método más común para normalizar el contenido de materia seca, se agrega leche en polvo entera o descremada, ésta se adiciona de 1 a 6% siendo el nivel de 3 a 4% el más recomendable.

2.6.3 Aditivos en la leche

En la producción de yogur se pueden añadir a la leche sustancias estabilizantes y azúcar o edulcorantes. La adición de estos productos generalmente es regulada por la legislación correspondiente de cada país. Se persigue mejorar y mantener las características deseables del yogur: cuerpo, textura, viscosidad, consistencia, apariencia y sensación bucal, que pudieran perderse por la manipulación mecánica del producto durante el proceso de elaboración (Keating y Gaona, 2002).

2.6.3.1 Edulcorantes. Los edulcorantes se pueden incorporar al yogur con los concentrados de fruta o directamente en la preparación inicial. Los edulcorantes se añaden para contrarrestar la acidez desarrollada durante la fermentación, especialmente en la elaboración de yogures con frutas muy ácidas o que contienen poco azúcar (Early, 1998).

La adición de sacarosa al principio de la elaboración puede tener un efecto positivo sobre la inhibición del desarrollo de levaduras y mohos osmofílicos (Early, 1998). La adición de más del 10 % de azúcar a la leche, antes del período de inoculación/incubación, tiene un efecto adverso sobre las condiciones de fermentación debido a que cambia la presión osmótica de la leche (Bylund, 1996).

Según Fernández *et al.* (1998), en una prueba de yogur endulzado con 5.5 % de fructosa, encontraron que se incrementaba 60 % el tiempo de fermentación y se disminuía la producción de ácido láctico, pirúvico, acético y propiónico; asimismo el conteo de bacterias *Lactobacillus* fue bajo. En otra prueba, realizada con adición de avena en el yogur, encontraron que después de 28 días de almacenado en refrigeración su conteo de bacterias *Lactobacillus* fue alto, pero el conteo de bacterias totales fue bajo.

2.6.3.2 Estabilizadores. Según Bylund (1996), los estabilizadores tienen la propiedad de ligar agua lo que ayuda a aumentar la viscosidad del yogur, modificar la estructura y textura y prevenir la separación del suero en el mismo.

Los estabilizantes y agentes espesantes más utilizados en la elaboración del yogur son almidones naturales, alginatos, agar, carragenatos, gomas comestibles, pectinas y

celulosas. El tipo y proporciones a añadir son decisión de cada fabricante. No obstante, existen algunas sugerencias con respecto a las cantidades; por ejemplo, en el “Food Standards Committee Report” del año 1975, se recomienda que la proporción total incorporada sea como máximo el 0.5% en peso del producto final, excepto en el caso de gelatina, almidones y pectina, que podrían añadirse hasta el 1% en peso del producto final (Early, 1998). Las cantidades recomendadas de estabilizador y azúcar para el yogur firme se ven en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Contenido (%) de grasa, sólidos no grasos (SNG) y aditivos en tres tipos de yogur.

Componente	Con Frutas	Líquido	Congelado
Grasa	0.50 - 3.80	1.0 - 2.00	2.00 - 6.00
SNG	11.00 - 14.00	8.0 - 9.25	5.00 - 14.00
Azúcar	6.00 - 7.00	5.5 - 7.00	8.00 - 20.00
Estabilizador	0.25 - 0.50	0.2 - 0.30	0.20 - 1.00
Fruta	10.00 - 15.00	-	-

Fuente: Revilla (1996)

2.6.4 Homogeneización

Las dos razones principales para la homogeneización de la leche, que se va a utilizar en la fabricación de productos lácteos acidificados, son prevenir la separación de la nata durante el período de incubación y asegurar una distribución uniforme de la grasa en la leche. La estabilidad y consistencia de las leches acidificadas es mejor debido a la homogeneización, incluso en aquellos productos con bajo contenido de grasa. Como recomendación general, la leche se ha de homogeneizar a 20-25 MPa y 65-70 °C para obtener unas propiedades físicas óptimas en el producto (Bylund, 1996).

2.6.5 Tratamiento térmico

Según Bylund (1996), la leche se trata térmicamente antes de proceder a la inoculación de los cultivos. Ello se hace con el objeto de:

- Mejorar las propiedades de la leche como sustrato para las bacterias del cultivo industrial.
- Asegurar que el coagulo del yogur terminado sea firme.
- Reducir el riesgo de separación de suero en el producto terminado.

Según Keating y Dagona (2002), por lo regular en la elaboración del yogur se lleva a cabo algunos de los siguientes tratamientos:

- 85°C por 30 minutos

- 90 - 95°C por 5 minutos
- 115°C por 30 segundos
- 135°C por 16 segundos

Los dos primeros tratamientos aseguran la muerte de toda célula vegetativa y algunas esporas, mientras que los dos últimos eliminan todo tipo de microorganismos incluyendo las esporas.

2.6.6 Cultivos utilizados para la elaboración de yogur

El manejo del cultivo para la producción de yogur requiere higiene y precisión máximas. La función de cualquier fermento o cultivo iniciador es descender el pH de la leche desde 6.4 – 6.7 hasta un pH de 3.8 – 4.2 y desarrollar en el producto final unas características de textura, viscosidad y sabor que respondan a las exigencias del consumidor (Early, 1998).

Los cultivos comerciales más utilizados están compuestos por *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* y *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, las cuales establecen una relación de simbiosis (Early, 1996). *Streptococcus thermophilus* crece más rápido y produce ácido fórmico y dióxido de carbono. El ácido fórmico y el dióxido de carbono producido estimula el crecimiento del *Lactobacillus bulgaricus*. Asimismo, la actividad proteolítica del *Lactobacillus bulgaricus* produce péptidos y aminoácidos que estimulan el crecimiento del *Streptococcus*. *Streptococcus* es el responsable de la caída inicial del pH hasta aproximadamente 5.0, entre tanto *Lactobacillus* es el responsable del descenso de pH hasta 4.0 (Blasco, 2002).

Los cultivos iniciadores pueden adquirirse en el mercado en forma líquida, congelados, deshidratados o liofilizados y concentrados. La ventaja de la inoculación directa de la leche con un cultivo concentrado minimiza el riesgo de contaminación, ya que se evitan las etapas intermedias de propagación (Early, 1998).

La producción de cultivos madre es uno de los procesos más importantes que se realizan en la industria láctea y también más dificultosa de realizar, por los diversos factores que se necesitan tomar en cuenta para su producción. Los equipos para la producción deben ser bien elegidos y el proceso a emplearse debe ser lo más eficiente posible para evitar cualquier riesgo de contaminación por mohos, levaduras y bacteriófagos que abundan en el ambiente (Bylund, 1996).

Hay diferentes etapas en la propagación de cultivos lácteos, éstos se conocen con los siguientes nombres:

- **Cultivo comercial:** es el cultivo maestro, el cual es la base para preparar los demás cultivos. Es el que la industria láctea compra a los laboratorios.
- **Cultivo madre:** es el cultivo que se prepara a partir del cultivo maestro. Esta preparación se hace diariamente.

- **Cultivo intermedio:** es una etapa previa a la producción de grandes volúmenes de cultivo industrial.
- **Cultivo industrial:** es el cultivo que se utiliza en el proceso de producción.

Según Bylund (1996), las etapas de los procesos de elaboración de los cultivos madres intermedios e industriales son las siguientes:

- Tratamiento térmico de la leche descremada a emplearse; a una temperatura de 90 – 95°C durante 30 – 45 minutos.
- Enfriamiento de la leche descremada, hasta llegar a la temperatura de inoculación entre 20 y 30°C.
- Inoculación, a una temperatura de 21°C.
- Incubación, a una temperatura de 43°C durante 2.5 – 3 horas.
- Enfriamiento del cultivo terminado, a una temperatura de 10 – 12°C cuando se va a utilizar dentro de las 6 horas siguientes; pero si necesita ser almacenado durante un periodo largo, se aconseja enfriar hasta unos 5°C.
- Almacenamiento del cultivo.

2.7 FERMENTACIÓN DEL YOGUR

Según Mateos (2001), la fermentación ha sido durante varios miles de años una importante forma de conservación de los alimentos. El crecimiento microbiano, tanto de poblaciones naturales como de poblaciones inoculadas, causa cambios físico-químicos en los alimentos, de tal manera que el producto final puede almacenarse durante un período de tiempo prolongado. El proceso de la fermentación también se emplea para crear nuevos olores y sabores agradables para los consumidores. Los alimentos deben contener suficiente cantidad de azúcar para llevar a cabo esta fermentación.

Según Mateos (2001), en 1920, Orla Jensen clasificó las bacterias lácticas en dos grupos: homofermentativas y heterofermentativas. Las vías metabólicas que utilizan para degradar la glucosa son diferentes. Los fermentadores homolácticos utilizan la vía glucolítica y reducen directamente casi todo el piruvato a lactato, gracias a la enzima lactato deshidrogenasa. Los fermentadores heterolácticos utilizan la vía de la fosfoacetolasa convirtiendo la glucosa en D-lactato, etanol y CO₂. El yogur utiliza cultivos homofermentativos.

En la actual legislación de EEUU sobre el yogur, se establece que éste debe contener colonias de bacterias lácticas vivas, pero no establece cuántas. En la legislación española está establecido que el producto final debe contener un mínimo de 10⁷ UFC/ml (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*), salvo en el caso de los yogures pasteurizados después de la fermentación. La Asociación Nacional de Yogur de EEUU considera que establecer estos umbrales mínimos irá en beneficio del consumidor, especialmente favoreciendo a aquéllos que tienen problemas para digerir la leche por intolerancia a la lactosa (Nutrar, 2003).

Al agregar el cultivo a la mezcla de yogur, las bacterias comienzan a reproducirse y éste es el comienzo del período de la incubación, acidificación o fermentación. Estas bacterias al multiplicarse están fermentando la lactosa, convirtiéndola en ácido láctico. La acidificación hace que la leche se coagule y se obtenga una mejor consistencia.

La coagulación se produce a causa de la pérdida de estabilidad de las caseínas. En la leche fresca con pH alrededor de 6.7, las caseínas tienen cargas negativas y se repelen entre sí. En la acidificación de la leche, los iones hidrogeno positivos del ácido son absorbidos por las caseínas, por lo que la carga negativa va disminuyendo y así también la repulsión entre ellas. La coagulación empieza cuando la repulsión ha disminuido (Pazmiño, 2002).

La temperatura de incubación tiene influencia sobre la proporción de cocos/bacilos. A 40°C la proporción es de 4:1 y a 45°C la proporción es de 1:2. Por esta razón se ha podido determinar que la temperatura ideal para la incubación en el yogur es de 43°C, para lograr una proporción 1:1. Este tiempo de incubación por lo general dura de 2.5-3 horas (Bylund, 1996). Los fermentos para la producción, preparados en tanques fermentadores, se incorporan a la leche a través de un sistema de dosificación por inyección en una concentración aproximada del 2%. En los productos lácteos fermentados, la fermentación normalmente culmina cuando se alcanza un pH de 4.2 a 4.5 o cuando se alcanza un valor de alrededor de 0.75 – 0.8% de acidez titulable (Pazmiño, 2002).

En la elaboración del yogur firme, para decidir a qué pH se va interrumpir la fermentación, lo que se consigue pasando los envases de la cámara de incubación a la refrigeración, hay que tener en cuenta otros factores, como el tamaño de los envases, la circulación del aire frío en la cámara de refrigeración y la disposición de los lotes en su interior (Early, 1998).

2.8 PRESERVANTES

En la fabricación del yogur están permitidos diferentes preservantes que pueden añadirse directamente a la leche o que muchas veces se incluyen en los purés de fruta. Los más empleados son el sorbato potásico, el benzoato sódico y el dióxido de azufre. El ácido sórbico, añadido en forma de sal potásica, actúa selectivamente contra levaduras y mohos, pero no afecta a los microorganismos del fermento. El dióxido de azufre se suele emplear como conservante en los purés de fruta (Early, 1998).

Según Early (1998), en muchos países existe una legislación específica y estricto control sobre la cantidad de conservantes en el yogur. En el Reino Unido se pueden utilizar, en los yogures de frutas pero no en el yogur natural, los siguientes conservantes:

- Dióxido de azufre: máx. 60 mg/kg
- Ácido benzoico: máx. 120 mg/kg
- Metil-4-hidroxibenzoato: máx. 120 mg/kg

- Etil-4-hidroxibenzoato: máx. 120 mg/kg
- Propil-4-hidroxibenzoato: máx. 120 mg/kg
- Ácido sórbico: máx. 120 mg/kg

2.9 ENVASADO

El envasado del yogur se hace utilizando distintos tipos de máquinas llenadoras. El tamaño de los envases varía de un mercado a otro. En general la capacidad de envasado total debe ser semejante a la capacidad de la planta de pasteurización, para obtener unas condiciones óptimas de funcionamiento para todo el sistema de proceso (Bylund, 1996). El yogur se comercializa en envases de vidrio, polietileno, polipropileno, poliestireno, cloruro de polivinilideno, bolsas de plástico y envases de cartón (Early, 1998).

2.10 REFRIGERACIÓN Y ALMACENAMIENTO

El coágulo debe enfriarse en el momento que la leche fermentada alcanza la acidez deseada. En el caso de los yogures firmes, la refrigeración tiene lugar en el interior del envase. La operación de traslado debe realizarse con mucho cuidado, porque en ese momento el coágulo formado es muy frágil. El principal problema a evitar es el “exudado” o separación del suero y cualquier agitación o movimiento favorece este defecto (Early, 1998).

Según Early (1998), los productos elaborados y sometidos a un tratamiento de esterilización o UHT, pueden almacenarse a temperatura ambiente. Los yogures tradicionales deben mantenerse en condiciones de refrigeración hasta el momento de su consumo. La mayoría de los yogures tienen una caducidad entre 15 - 21 días. La temperatura debe mantenerse durante todo el periodo de conservación entre 2 - 5°C y nunca sobrepasar los 10°C en las etapas intermedias de la cadena de distribución.

2.11 CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

Las normas de control de calidad deben llevarse a cabo de manera muy puntual y exigente. En la actualidad vemos cómo muchos países han establecido normas legales para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad. El análisis del producto final es fundamental en las prácticas de control de calidad. Los problemas que surjan a lo largo de la elaboración del producto traen como consecuencia un producto terminado defectuoso.

Los controles de calidad en la etapa final tiene varios propósitos: velar por los intereses del consumidor, evitar devoluciones de productos defectuosos y estandarizar la calidad de los productos terminados (Tamime y Robinson, 1991).

Según Tamime y Robinson (1991), es esencial que se lleven a cabo los siguientes controles en el producto terminado:

- **Análisis de composición química:** valores estándar en % de grasa y de extracto seco magro.
- **Control de propiedades físicas:** estándares de viscosidad.
- **Examen microbiológico:** recuento de microorganismos aerobios totales; mohos y levaduras; y coliformes totales.
- **Control de propiedades sensoriales:** por medio de panel, catadores que determinan los siguientes parámetros: color y aspecto; cuerpo y textura; aroma y sabor.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

El desarrollo del proceso, formulación y análisis microbiológicos se llevaron a cabo en la Planta de Industrias Lácteas de la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada en el Valle del Yeguaré, San Antonio de Oriente, km 30 carretera a Danlí.

El análisis físico del producto se desarrolló en los laboratorios de calidad de la empresa DEMAHSA, ubicada en el municipio de Choloma, departamento de Cortés.

Los análisis de preferencia del producto fueron realizados en el supermercado Yip de la ciudad de Tegucigalpa.

3.2 MATERIALES UTILIZADOS

3.2.1 Materia prima

- Leche pasteurizada, homogeneizada y estandarizada a 2.5% de grasa
- Leche descremada en polvo
- Estabilizador para yogur
- Azúcar
- Cultivo láctico con las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, CHR.HANSEN 50u
- Puré de fresas esterilizado, Diping Flavors (USA)
- Sorbato de potasio

3.2.2 Equipo, utensilios y suministros

- Pasteurizador
- Homogeneizador
- Incubadora, Precision Thelco, Scientific Co.Ps
- Autoclave, Market Forge, Sterilmatic
- Penetrómetro, Precision Scientific, Petroleum Instruments Company
- Balanza analítica Mettler AE200
- Balanza, AND SK-2000
- Stomacher 400, Laboratory Blender

- Tambos o yogos lavados y desinfectados
- Placas y frascos estériles
- Bolsas stomacher, Nasco Whirl-Pak
- Medios de cultivo PDA y VRBA
- Materiales de análisis microbiológicos (alcohol al 70%, agua peptonada 0.1%, pipetas, bulbo)
- Utensilios para degustación: vasos plásticos desechables 2 oz., cucharas plásticas desechables.

3.3 DESARROLLO DEL PROCESO Y FORMULACIÓN DEL YOGUR FIRME

3.3.1 Preparación del cultivo láctico

Se preparó 1 litro de cultivo láctico un día antes de la elaboración del yogur firme. Primero se tomó 1 litro de leche descremada a 0.05 % de grasa y se colocó en un erlenmeyer de 1000 ml, luego se tapó con papel aluminio y se esterilizó en el autoclave durante 15 minutos a una temperatura de 121°C y una presión de 0.5 kg/cm². Después se sacó del autoclave, se dejó enfriar a 45°C y se le agregó en forma aséptica 1 g de cultivo láctico, mezclando hasta disolver completamente el cultivo. Posteriormente se incubó a una temperatura de 32°C durante 2 horas y se refrigeró a una temperatura de 7°C.

3.3.2 Llenado de envases con puré de fresas

Se lavó y luego se desinfectó, con una solución de cloro a 100 ppm, los envases plásticos desechables de 2 onzas y se llenaron en forma aséptica con dos porciones de puré de fresas en el fondo del mismo, 14 y 16 % del peso final del producto, luego se refrigeraron. El llenado se realizó un día antes para tener más compacto el puré en el fondo y evitar atrasos al momento de poner la mezcla de yogur.

3.3.3 Procedimiento

En el desarrollo del proceso de elaboración de yogur firme se tomó como base la formulación del Cuadro 5.

Cuadro 5. Formulación base para la mezcla de yogur firme

Ingredientes	%
Leche estandarizada a 2.5 % de grasa	85.04
Azúcar	7.00
Leche descremada en polvo	5.40
Estabilizador para yogur	0.50
Cultivos para yogur	2.00
Sorbato de potasio	0.06
Total	100.00

En la Figura 2 se muestra el proceso de elaboración del yogur firme, cuyos pasos se detallan a continuación.

3.3.3.1 Estandarización de la leche. Se estandarizó 85.04 litros de leche a 2.5% de grasa, en yogos limpios y desinfectados previamente, a través de una mezcla de 61.36 litros de leche entera a 3.5% de grasa y 23.68 litros de leche descremada a 0.05% de grasa.

3.3.3.2 Pasteurización y homogeneización. La leche anteriormente estandarizada se colocó en el pasteurizador y se calentó a 32°C. Después se agregó la mezcla de azúcar, leche en polvo y estabilizador para yogur a través del equipo mezclador de ingredientes sólidos, luego de mezclados estos ingredientes en la leche se procedió a pasteurizar la mezcla a 88°C durante 30 minutos. Al finalizar la pasteurización, inmediatamente se homogeneizó la mezcla a una presión de 140 kg/cm² y se enfrió a 45°C.

3.3.3.3 Adición del cultivo y sorbato de potasio. Se agregó en forma aséptica 2% de cultivo para yogur y 0.06% de sorbato de potasio. Luego se mezcló para disolver completamente el sorbato de potasio.

3.3.3.4 Adición de la mezcla en envase final. Luego que la mezcla se mezcló con el cultivo para yogur y el sorbato de potasio, se depositó cuidadosamente en los vasos plásticos desechables de 2 onzas que contenían puré de fruta en el fondo.

3.3.3.5 Incubación y enfriamiento del yogur. Se taparon los envases de 2 onzas y se pusieron en la incubadora a 43°C. La incubación se realizó en una incubadora del laboratorio de lácteos en tandas de 72 envases, ya que no se cuenta con una incubadora industrial para este tipo de producto dentro de la planta. Se fue midiendo la acidez titulable del yogur firme cada 30 minutos hasta alcanzar una acidez final de 0.8 ATECAL, en un tiempo total de 3 horas y 30 minutos. Después que se alcanzó la acidez mencionada anteriormente, se procedió rápidamente a sacar los envases de la incubadora y se pusieron en una refrigeradora a 4°C.

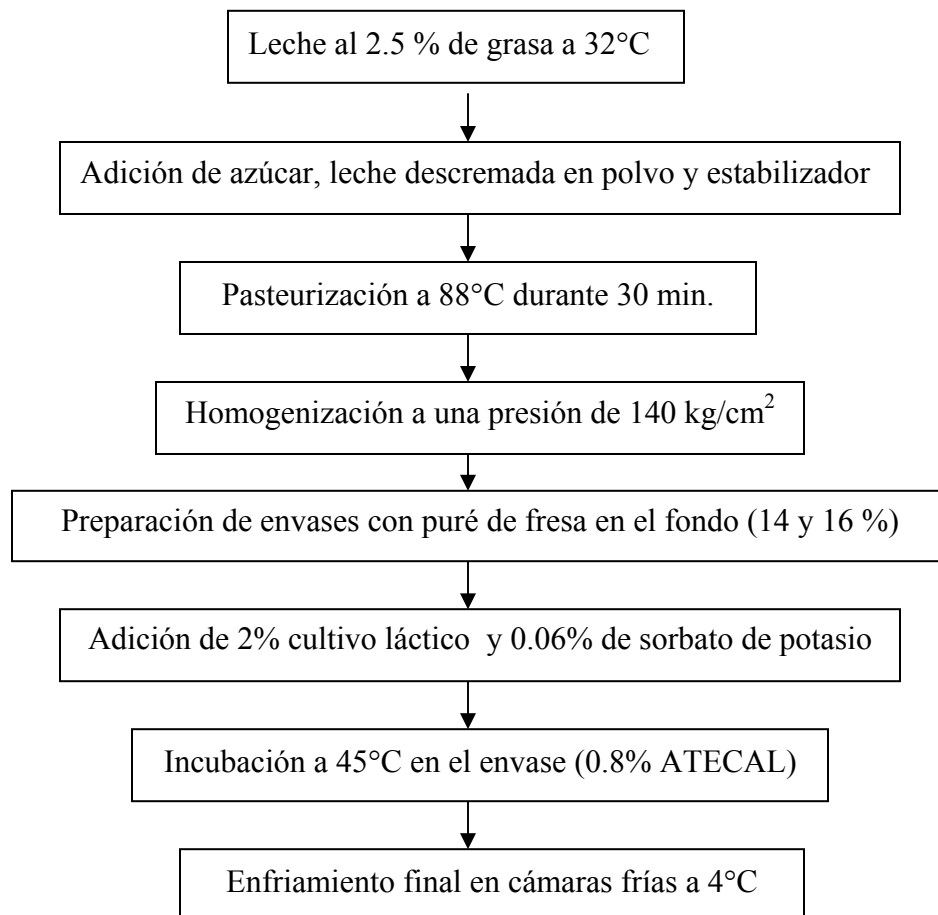


Figura 2. Flujo del proceso de elaboración de yogur firme en la Escuela Agrícola Panamericana

3.4 EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación sensorial se realizó preliminarmente en Zamorano, a través de un grupo de 12 personas, con quienes se evaluaron seis características para cada tratamiento de yogur

firme, utilizando una escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a características no deseadas y 5 a características deseadas (Anexo 1). Siendo acidez, dulzura, aroma, color, textura y apariencia las características evaluadas. De igual modo se realizaron pruebas de preferencia para determinar los dos mejores tratamientos; los cuales posteriormente se evaluaron en el supermercado Yip de Tegucigalpa, por consumidores potenciales del producto, quienes por medio de sus respuestas determinaron el tratamiento más preferido. Los tratamientos se codificaron con 3 dígitos al azar para cada muestra.

3.5 DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un diseño DCA con un arreglo de tratamientos de 2 * 2 factorial, evaluándose 2 factores, porcentaje de estabilizador y porcentaje de puré de fresas, obteniéndose así cuatro tratamientos, que finalmente se evaluaron utilizando los paneles de degustación. Las evaluaciones realizadas por los grupos de degustación en Zamorano y la prueba de preferencia realizada en Tegucigalpa se analizaron en el Sistema de Análisis Estadístico (SAS) versión 6.0. Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANDEVA) con una separación de medias a través de la prueba SNK, para la evaluación preliminar realizada en Zamorano (Anexo 2), y una distribución de frecuencia para las pruebas de preferencia tanto de Zamorano como de Tegucigalpa. También se realizó una prueba de Chi cuadrado, para establecer diferencias en las pruebas de preferencia en Tegucigalpa (Anexo 3).

3.6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Los análisis microbiológicos que se realizaron fueron: recuento de coliformes totales y recuento de mohos y levaduras. Para los dos tipos de análisis se utilizó la técnica “Pour Plate” o vertido en placa. Cada análisis de cada muestra se hizo por duplicado.

3.6.1 Recuento de mohos y levaduras

Se realizaron diluciones consecutivas en 99 ml de agua peptonada hasta 10^{-3} , luego se inoculó cada dilución en placas estériles por duplicado y se vertió el medio PDA (Agar Papa Dextrosa). Las placas se incubaron a temperatura de 25-28°C y a los tres días se realizó el conteo de colonias.

3.6.2 Recuento de coliformes totales

Se realizaron diluciones consecutivas en 99 ml de agua peptonada hasta 10^{-3} , luego se inoculó cada dilución en placas estériles por duplicado y se vertió una pequeña capa del medio VRBA (Agar Rojo Violeta de Bilis), se dejó solidificar y se vertió nuevamente una última capa de VRBA. Las placas se incubaron a una temperatura de 32°C y a las 24 horas se realizó el conteo de colonias.

3.7 ANÁLISIS FÍSICO

Se determinó la consistencia en los tratamientos de yogur firme a través del uso del penetrómetro (Precision Scientific), el cual penetra en el yogur firme a través de un cono que este equipo tiene acoplado, midiendo la profundidad de la penetración en un tiempo determinado previamente en el equipo. El tiempo que se determinó fue de 5 segundos, siguiendo como norma el tiempo requerido en pruebas de penetración para gelatina, realizadas en la empresa de alimentos Naturas de Honduras.

3.8 ANÁLISIS QUÍMICO

Se realizó un análisis proximal al tratamiento preferido por las personas encuestadas en el supermercado Yip de Tegucigalpa para caracterizar el yogur firme.

3.8.1 Métodos de análisis

Se determinó la composición del yogur firme siguiendo los métodos de la AOAC (1997):

- Proteína cruda se determinó por el método Kjeldahl (N*6.38), AOAC 32.2.11
- Humedad se determinó por secado en horno a 105 °C , AOAC 33.5.02
- Materia seca, materia orgánica y cenizas , AOAC 33.2.10
- Fibra cruda por el método de fibra cruda, AOAC 923.8

Los azúcares reductores se determinaron por el método de Nelson-Somogyi.

3.9 DETERMINACIÓN DEL COSTO

Debido a que no se dispone de una incubadora industrial que permita la elaboración del yogur a una escala real, no se pudo determinar el costo de elaboración del producto; pero sí se pudo determinar el costo de los ingredientes para la elaboración de yogur firme.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRUEBAS PRELIMINARES

Durante el desarrollo del yogur firme se elaboraron pruebas con diferentes porcentajes de estabilizador y diferentes porcentajes de fruta, para determinar cuáles serían los tratamientos a evaluar en este estudio. Al comienzo se elaboraron pruebas piloto con 0.7% de estabilizador en la formulación, pero presentó problemas en el coágulo ya que éste presentaba una textura demasiado firme y dura, que se quebraba al introducir la cuchara. Después se realizó otra prueba piloto con 0.3% de estabilizador en la formulación, pero también presentó problemas ya que ésta formaba un coágulo demasiado suave y frágil. Finalmente se hicieron dos pruebas piloto más, con 0.4 y 0.5 % de estabilizador en la formulación, las cuales si presentaron un coágulo firme, bien formado y que no se fragmentaba en pedazos grandes.

Para determinar el porcentaje de puré de fresas en el fondo del envase, que acompañaría al yogur firme, también se realizaron diferentes pruebas piloto. Primero se realizaron dos pruebas con 12 y 18 % del peso final del producto, pero éstos resultaron ser muy poco en el primer caso y demasiado en el segundo. En vista del resultado, se optó por utilizar dos porcentajes de puré de fresas que estuvieran dentro de este rango de porcentajes, los cuales fueron 14 y 16 %.

Al finalizar las pruebas piloto, con los porcentajes de estabilizador y puré de fresas, se desarrollaron cuatro tratamientos elaborados a través del flujo de proceso establecido en este estudio (Cuadro 6). Todas las formulaciones para los tratamientos fueron elaboradas con base a 100 litros de mezcla.

Cuadro 6. Tratamientos en la elaboración de yogur firme

Tratamientos	Estabilizador %	Puré de fresas %
TRT 1	0.5	16
TRT 2	0.4	14
TRT 3	0.5	14
TRT 4	0.4	16

4.2 FORMULACIÓN DEL YOGUR FIRME

A partir de las pruebas piloto elaboradas en la planta de lácteos se determinaron las siguientes cuatro formulaciones que fueron evaluadas por un grupo de 12 personas a través de un análisis exploratorio en la Escuela Agrícola Panamericana (Cuadro 7).

Cuadro 7. Composición porcentual de ingredientes en los tratamientos evaluados en la Escuela Agrícola Panamericana.

Ingredientes	TRT 1 %	TRT 2 %	TRT 3 %	TRT 4 %
Leche a 2.5% grasa	85.04	85.04	85.04	85.04
Leche descremada en polvo	5.40	5.40	5.40	5.40
Azúcar	7.00	7.00	7.00	7.00
Estabilizador para yogur	0.50	0.40	0.50	0.40
Cultivo láctico	2.00	2.00	2.00	2.00
Sorbato de potasio	0.06	0.06	0.06	0.06
Total	100	100	100	100
Fruta en envase final	*16	*14	*14	*16

* % del peso final del producto

4.2.1 Control de la acidez del yogur firme

El control de la acidez es uno de los aspectos más importantes en la elaboración de un yogur firme que tenga la acidez que guste a la mayoría de los consumidores. Según Tamime y Robinson (1991), la acidez alcanzada en un yogur con 14% de sólidos totales es de 0.84% de ATECAL en 3 horas y 30 minutos. Este dato coincide con la acidez que alcanzó este producto en la incubación, la cual fue de 0.8 % de ATECAL en 3 horas y 30 minutos. Luego se llevó rápidamente a 4°C donde subió 0.1% de ATECAL, resultando el yogur firme con una acidez final de 0.9% ATECAL. El aumento en grado de acidez después de refrigeración es bajo porque el yogur firme se refrigera directamente en su envase final, el cual tiene una mayor relación de área sobre volumen que permite su rápido enfriamiento.

4.3 ANÁLISIS SENSORIALES

4.3.1 Evaluación en la Escuela Agrícola Panamericana

El Cuadro 8 indica que el color no fue una característica diferenciada entre los tratamientos. Esto indica que la variable color no influyó sobre la preferencia de los consumidores.

Cuadro 8. Característica color en yogur firme

Tratamiento		Media \pm D.E.	Separación de medias SNK ($P \leq 0.05$)*
Estabilizador	Puré de Fresa		
0.5 %	14 %	3.00 \pm 0.10	A
0.5 %	16 %	3.00 \pm 0.10	A
0.4 %	14 %	3.08 \pm 0.10	A
0.4 %	16 %	3.33 \pm 0.10	A

* Tratamientos seguidos de la misma letra no son diferentes ($P > 0.05$)

El Cuadro 9 muestra que el aroma no fue una característica diferenciada entre los tratamientos. Esto indica que la variable aroma no influyó sobre la preferencia de los consumidores.

Cuadro 9. Característica aroma en yogur firme

Tratamiento		Media \pm D.E.	Separación de medias SNK ($P \leq 0.05$)*
Estabilizador	Puré de Fresa		
0.5 %	14 %	2.91 \pm 0.23	A
0.5 %	16 %	2.91 \pm 0.23	A
0.4 %	14 %	3.41 \pm 0.23	A
0.4 %	16 %	3.50 \pm 0.23	A

* Tratamientos seguidos de la misma letra no son diferentes ($P > 0.05$)

Cuadro 10. Característica acidez en yogur firme

Tratamiento		Media \pm D.E.	Separación de medias SNK ($P \leq 0.05$)*
Estabilizador	Puré de Fresa		
0.5 %	14 %	3.00 \pm 0.30	A
0.5 %	16 %	2.91 \pm 0.30	A
0.4 %	14 %	2.33 \pm 0.30	A
0.4 %	16 %	2.41 \pm 0.30	A

* Tratamientos seguidos de la misma letra no son diferentes ($P > 0.05$)

El Cuadro 10 muestra que la acidez no fue una característica diferenciada entre los tratamientos. Esto indica que la variable acidez no influyó sobre la preferencia de los consumidores.

El Cuadro 11 indica que la dulzura en los tratamientos con 14 % de puré de fresas fue significativamente mejor calificada que en los tratamientos con 16 % de puré de fresas. Los tratamientos con igual porcentaje de puré de fresas no mostraron diferencias ($p > 0.05$) en dulzura debido al nivel de estabilizador (0.4 % o 0.5 %), pero sí hubo un efecto del puré.

Cuadro 11. Característica dulzura en yogur firme

Tratamiento		Media \pm D.E.	Separación de medias SNK ($P \leq 0.05$)*
Estabilizador	Puré de Fresa		
0.5 %	14 %	4.00 \pm 0.17	A
0.5 %	16 %	2.50 \pm 0.17	B
0.4 %	14 %	3.83 \pm 0.17	A
0.4 %	16 %	2.50 \pm 0.17	B

* Tratamientos seguidos de letras distintas son diferentes ($P < 0.05$)

En el Cuadro 12 se observa cómo los tratamientos elaborados con 0.5 % de estabilizador resultaron tener una mejor percepción de textura, independientemente del contenido de puré de fresas. Asimismo, no se encontró diferencia significativa entre los yogures con 0.4 % de estabilizador. El consumidor prefiere yogur con 0.5 % de estabilizador debido a su textura firme y mejor formada que la textura del yogur con 0.4 % de estabilizador.

Cuadro 12. Característica textura en yogur firme

Tratamiento		Media \pm D.E.	Separación de medias SNK ($P \leq 0.05$)*
Estabilizador	Puré de Fresa		
0.5 %	14 %	4.08 \pm 0.15	A
0.5 %	16 %	4.16 \pm 0.15	A
0.4 %	14 %	2.66 \pm 0.15	B
0.4 %	16 %	2.66 \pm 0.15	B

* Tratamientos seguidos de letras distintas son diferentes ($P < 0.05$)

El Cuadro 13 muestra que la apariencia no fue una característica diferenciada entre los tratamientos. Esto indica que la variable apariencia no influyó sobre la preferencia de los consumidores.

Cuadro 13. Característica apariencia en yogur firme

Tratamiento		Media \pm D.E.	Separación de medias SNK ($P \leq 0.05$)*
Estabilizador	Puré de Fresa		
0.5 %	14 %	3.33 \pm 0.21	A
0.5 %	16 %	2.83 \pm 0.21	A
0.4 %	14 %	3.58 \pm 0.21	A
0.4 %	16 %	3.75 \pm 0.21	A

* Tratamientos seguidos de la misma letra no son diferentes ($P > 0.05$)

4.3.2 Análisis de preferencia

El Cuadro 14 muestra la distribución de frecuencias obtenida preliminarmente en la Escuela Agrícola Panamericana; a partir de esto y de los resultados de las características anteriormente presentadas, se seleccionaron los dos tratamientos llevados a evaluación en Tegucigalpa. El yogur con 0.5% de estabilizador y 14% de puré de fresas fue el más preferido. El yogur con 0.4% de estabilizador y 14% de puré de fresas y el yogur con 0.5% de estabilizador y 16% de puré de fresas gozaron de la misma preferencia; pero se escogió el de menor porcentaje de fruta, por razones de costo, para ser evaluado por los consumidores en Tegucigalpa, junto con el yogur con 0.5% de estabilizador y 14% de puré de fresas.

Cuadro 14. Prueba de preferencia de yogur firme en la Escuela Agrícola Panamericana

Tratamiento		Frecuencia (%)
Estabilizador	Puré de Fresa	
0.5 %	14 %	27.08
0.4 %	14 %	25.00
0.5 %	16 %	25.00
0.4 %	16 %	22.92

n = 12

Como lo muestra el Cuadro 15, el yogur preferido por los consumidores en el supermercado de Tegucigalpa fue el elaborado con 0.5% de estabilizador y 14% de puré

de fresas (63.89%) sobre el yogur firme elaborado con 0.4% de estabilizador y 14% de puré de fresas (36.11%); esto fue determinado en dos días realizando 72 encuestas por día. Los resultados de la prueba Chi cuadrado ($10.56 > 3.84$) indican que la diferencia entre los yogures fue significativa. El yogur con 0.5% de estabilizador y 14% de puré de fresas fue significativamente más preferido que el yogur con 0.4% de estabilizador y 14% de puré de fresas.

Cuadro 15. Prueba de preferencia de yogur firme en Tegucigalpa.

Tratamiento		Frecuencia (%)	χ^2 (P = 0.05)
Estabilizador	Puré de Fresa		
0.5 %	14 %	63.89	5.28
0.4 %	14 %	36.11	5.28
			10.56 > 3.84 *

n = 144

* = Valor χ^2 , 1 g.l.

4.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Teuben y Barrientos (2000) indican que, según la norma para productos lácteos y derivados (ICAITI) y el Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, el yogur debe tener un recuento de coliformes totales menor a 10 UFC/g y un recuento de mohos y levaduras menor a 200 UFC/g.

Los cómputos obtenidos de mohos y levaduras, al igual que de coliformes totales, en los cuatro tratamientos de yogur firme, después de elaborados, fueron de cero (Cuadro 16). Esto indica que el producto es inocuo, por lo tanto es apto para el consumo humano.

Cuadro 16. Conteo microbiológico en tratamientos de yogur firme

Tratamientos		Coliformes totales		Mohos y levaduras	
Estabilizador (%)	Puré de fresa (%)	(UFC/g)	Valor máximo permitido* (UFC/g)	(UFC/g)	Valor máximo permitido* (UFC/g)
0.5	14	< 1	10	< 10	200
0.5	16	< 1	10	< 10	200
0.4	14	< 1	10	< 10	200
0.4	16	< 1	10	< 10	200

* Fuente: Teuben y Barrientos (2000)

4.5 ANÁLISIS FÍSICO

Las pruebas de penetración en los yogures firmes con 0.4 y 0.5% de estabilizador se realizaron en un tiempo de 5 segundos. El valor promedio de la penetración en el yogur firme con 0.5% de estabilizador fue de 28 mm y el del yogur firme con 0.4% de estabilizador fue de 32 mm, lo que indica que la consistencia en el yogur firme con 0.5% de estabilizador es más fuerte y más compacta o firme que con 0.4% de estabilizador (Cuadro 17). La mayor preferencia del consumidor por el yogur con 0.5% de estabilizador (63.89%) está asociada a su textura más firme, reflejada en una menor penetración en la prueba física con el penetrómetro.

Cuadro 17. Pruebas de penetración en yogures con diferentes porcentajes de estabilizador

Tratamientos (% de estabilizador)	Penetración (mm)
0.4	32
0.5	28

4.6 ANÁLISIS QUÍMICO

Los resultados del análisis de composición química realizado al yogur firme con 0.5% de estabilizador y 14% de puré de fresas, el cual fue el preferido por los encuestados en Tegucigalpa, contiene 4.08% de proteínas y 6.26% de azúcares reductores en base fresca (Cuadro 18). Según Tamime y Robinson (1991), el contenido de proteínas en el yogur entero es de 3.9% y en el de fruta es de 5.0%, mientras que el contenido de azúcares reductores es de 6.5% en el yogur entero. El valor de proteínas y azúcares en la muestra de yogur firme se encuentran dentro del rango de estos porcentajes investigados. Asimismo, se debe considerar un 7% de carbohidratos aportado por el azúcar en la mezcla de yogur y los carbohidratos aportados por el puré de fresas.

Tiene un bajo porcentaje de fibra cruda (0.09%) que es aportado por el puré de frutas únicamente. También cuenta con 74 % de humedad, lo que indica que es un alimento con una alta actividad de agua y por consecuencia que es susceptible a daño por hongos.

Cuadro 18. Composición de yogur firme con 0.5% de estabilizador y 14% de fruta.

Composición *	Humedad (%)
Humedad	74.00
Cenizas	1.01
Proteína cruda	4.08
Fibra cruda	0.09
Azúcares reductores	6.26
Grasa	2.00

4.7 ANÁLISIS DE COSTOS DE INGREDIENTES

El análisis de costos en lempiras, del yogur firme en envases de (2 oz.), se realizó considerando únicamente los ingredientes utilizados en el proceso (Cuadro 19), debido a que no se pudo sacar costos fijos porque el desarrollo del producto no llevó un proceso industrial completo, por la falta de una incubadora industrial en la planta de lácteos.

Todas las cantidades de ingredientes descritos en el Cuadro 19 fueron las cantidades realmente utilizadas en el estudio técnico, para la elaboración de las muestras totales de yogur firme en envases de 2 oz.

Existió la limitante de no poder utilizar los envases de 190 g de yogur, que utilizan en la planta de lácteos actualmente, debido a que sólo se envasaron muestras de 2 oz para degustación ya que este yogur firme se incubaba directamente en el envase final.

Cuadro 19. Costos variables en lempiras para 25 kg de yogur firme

Componente	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
Leche	L	21.3	5.50	117.15
Leche descremada en polvo	kg	1.34	39.92	53.49
Azúcar	kg	1.80	8.08	14.54
Estabilizador de yogur	kg	0.13	7.41	0.96
Cultivo láctico CHR.Hansen	L	0.50	0.53	0.27
Sorbato de potasio	kg	0.013	66.80	0.87
Puré de fresas Deeping Flavor*	kg	4.00	70.96	283.84
Gran total, 25 kg				471.12
Costo unitario, 1 kg				18.84

* El puré de fresa se puso directamente en el envase final.

El costo de ingredientes por kg de yogur firme es de L. 18.84/kg. El costo más alto de los ingredientes para la elaboración de yogur firme es el del puré de fresas Deeping Flavor.

5. CONCLUSIONES

- El yogur con 0.5% de estabilizador y 14% de puré de fresas, fue el más preferido por los consumidores por su textura y dulzura.
- El yogur firme con puré de fresas elaborado en este estudio es apto para el consumo, ya que cumple con los estándares microbiológicos.
- Las características sensoriales que influyen en la preferencia del yogur firme son la dulzura y la textura.
- El yogur firme elaborado en este estudio contiene 4.08% de proteína y 6.26% de azúcares reductores.
- El costo de ingredientes para la elaboración de yogur firme es de L. 18.84/kg.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de mercado para determinar el mercado existente del producto y así poder realizar un análisis de costos tomando en cuenta la adquisición de una incubadora industrial y una dispensadora de puré de frutas que contribuyan al proceso de elaboración.
- Realizar estudios de vida útil del producto para determinar el límite de tiempo en el cual el producto todavía es aceptable por el consumidor.
- Vigilar rigurosamente la acidez que va desarrollando el yogur firme en la incubación para asegurar una acidez final de 0.8% ATECAL.
- Definir el envase, la etiqueta y el volumen para el producto final.

7. BIBLIOGRAFÍA

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1997. Methods of Analysis of the AOAC International. 3rd ed. Volumen II, Maryland USA.

Adhikari, K; Mustapha, A; Grun, U. 2000. Viability of microencapsulated bifidobacteria in set yogurt during refrigerated storage. Journal of Dairy Science 83(9):1946-1951.

Blasco, M. 2002. Yogurt: siembra del fermento. Consultado 28 jun. 2003. Disponible en <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/yogurt05.htm>

Bylund, G. 1996. Manual de Industrias Lácteas. Trad. A. López. Madrid, España. Ediciones Madrid Vicente. 436p.

Covas, H. 2001. Proceso de elaboración del yogur y selección de la leche. Consultado 28 jun. 2003. Disponible en <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/yogurt05.htm>

Early, R. 1998. Tecnología de los productos lácteos. 2 ed. Trad. R. Oria. Zaragoza, España. Editorial Acribia, S.A. 469p.

Fernández, E; McGregor, JU; Taylor, S. 1998. The addition of oat fiber and natural alternative sweeteners in the manufacture of plain yogurt. Journal of Dairy Science 81(3):655-653.

Geocities. 2003. El Yogurt. Geocities homepage (en línea). Consultado 17 ago. 2003. Disponible en www.geocities.com/grupo84/yogurt.htm

Keating, P; Gaona, H. 2002. Introducción a la lactología. 2 ed. México, DF. Editorial Limusa. 316p.

Lacto, P. 2003. El Yogurt. Alimentosnet homepage (en línea). Consultado 19 ago. 2003. Disponible en www.alimentosnet.com.ar/yogurt.htm

Mateos, P. 2001. Producción industrial de productos lácteos. Consultado 11 sep. 2003. Disponible en <http://nostoc.usal.es/sefin/MI/tema21MI.html>

Medellín, H. 2002. Yogurt. Consultado 10 abr. 2003. Disponible en www.geocities.com/grupoindustrialaisa/yogurt1.htm/

- Nutrar. 2003. La nueva norma de EEUU sobre el yogurt. Nutrar homepage (en línea). Consultado 17 ago. 2003. Disponible en www.nutrar.com/detalle.asp?ID=2802
- Pazmiño, J. 2002. Elaboración de yogurt. Alimentosnet homepage (en línea). Consultado 19 ago. 2003. Disponible en <http://www.alimentosnet.com.ar/yogurt/yogur.htm>
- Revilla, A. 1996. Tecnología de la leche. 3 ed. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 396p.
- Tamime, A.; Robinson, R. 1991. Yogurt, Science and Technology. New York. Pergman. 431p.
- Teuben, J; Barrientos, E. 2000. Microbiología de alimentos, manual de laboratorio. Carrera de Agroindustria. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 119p.
- Ventura, E. 2000. Vida saludable con yogurt. Laserenisima homepage (en línea). Consultado 15 jul. 2003. Disponible en <http://www.laserenisima.com.ar/PDF/0.8pdf>
- Zelaya, B. 1998. Elaboración de yogurt liquido en Zamorano y su aceptación en el mercado de Tegucigalpa. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras, 46p.
- Zonadiet. 2001. Bebidas: El Yogurt. 2001. Zonadiet homepage (en línea). Consultado 15 ago. 2003. Disponible en www.zonadiet.com/bebidas/yogurt.htm

8. ANEXOS

Anexo 1. Hojas de evaluación sensorial

YOGURT FIRME CON SABOR FRESA					
Grupos Focales					
Numero de muestra: _____					
Fecha: _____					
Encierre en la escala el número correspondiente al nivel otorgado para cada elemento.					
Color	1 Ninguno	2	3	4	5 Alto
Aroma	1 Ninguno	2	3	4	5 Alto

YOGURT FIRME CON SABOR FRESA					
Grupos Focales					
Numero de muestra: _____					
Fecha: _____					
Encierre en la escala el número correspondiente al nivel otorgado para cada elemento.					
Acidez	1 Ninguna	2	3	4	5 Alta
Dulzura	1 Ninguna	2	3	4	5 Alta

YOGURT FIRME CON SABOR FRESA
Grupos Focales

Numero de muestra: _____

Fecha: _____

Encierre en la escala el número correspondiente al nivel otorgado para cada elemento.

Textura	1 Peor	2	3	4	5 Mejor
Apariencia	1 Peor	2	3	4	5 Mejor

YOGURT FIRME CON SABOR FRESA
Grupos Focales

Fecha: _____

Califique cada tratamiento de acuerdo a su criterio con el que posea el mejor conjunto de características, es decir el que mayor le agrade.

A = mejor **B** **C** **D = peor**

232 _____

371 _____

896 _____

589 _____

Anexo 2. Análisis estadístico

		The SAS System		14:42 Sunday, September	
The GLM Procedure					
Least Squares Means					
YFI	PFRUTA	DULZURA LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
Yogurt04	14	3.83333333	0.17225480	<.0001	1
Yogurt04	16	2.50000000	0.17225480	<.0001	2
Yogurt05	14	4.00000000	0.17225480	<.0001	3
Yogurt05	16	2.50000000	0.17225480	<.0001	4
Least Squares Means for effect YFI*PFRUTA					
Pr > t for H0: LSMean(i)=LSMean(j)					
Dependent Variable: DULZURA					
i/j	1	2	3	4	
1		0.0002	0.5080	0.0002	
2	0.0002		<.0001	1.0000	
3	0.5080	<.0001		<.0001	
4	0.0002	1.0000	<.0001		

The SAS System 14:42 Sunday, September

The GLM Procedure
Least Squares Means

YFI	PFRUTA	ACIDEZ LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
Yogurt04	14	2.33333333	0.30046261	<.0001	1
Yogurt04	16	2.41666667	0.30046261	<.0001	2
Yogurt05	14	3.00000000	0.30046261	<.0001	3
Yogurt05	16	2.91666667	0.30046261	<.0001	4

Least Squares Means for effect YFI*PFRUTA
Pr > |t| for H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)

Dependent Variable: ACIDEZ

i/j	1	2	3	4
1		0.8481	0.1450	0.1971
2	0.8481		0.1971	0.2642
3	0.1450	0.1971		0.8481
4	0.1971	0.2642	0.8481	

The SAS System

14:42 Sunday, September

The GLM Procedure
Least Squares Means

YFI	PFRUTA	TEXTURA LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
Yogurt04	14	2.66666667	0.15640775	<.0001	1
Yogurt04	16	2.66666667	0.15640775	<.0001	2
Yogurt05	14	4.08333333	0.15640775	<.0001	3
Yogurt05	16	4.16666667	0.15640775	<.0001	4

Least Squares Means for effect YFI*PFRUTA
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent Variable: TEXTURA

i/j	1	2	3	4
1		1.0000	<.0001	<.0001
2	1.0000		<.0001	<.0001
3	<.0001	<.0001		0.7135
4	<.0001	<.0001	0.7135	

		The SAS System		14:42 Sunday, September	
The GLM Procedure					
Least Squares Means					
YFI	PFRUTA	AROMA LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
Yogurt04	14	3.41666667	0.23402225	<.0001	1
Yogurt04	16	3.50000000	0.23402225	<.0001	2
Yogurt05	14	2.91666667	0.23402225	<.0001	3
Yogurt05	16	2.91666667	0.23402225	<.0001	4
Least Squares Means for effect YFI*PFRUTA					
Pr > t for H0: LSMean(i)=LSMean(j)					
Dependent Variable: AROMA					
i/j	1	2	3	4	
1		0.8058	0.1590	0.1590	
2	0.8058		0.1057	0.1057	
3	0.1590	0.1057		1.0000	
4	0.1590	0.1057	1.0000		

		The SAS System		14:42 Sunday, September	
The GLM Procedure					
Least Squares Means					
YFI	PFRUTA	COLOR LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
Yogurt04	14	3.08333333	0.10879853	<.0001	1
Yogurt04	16	3.33333333	0.10879853	<.0001	2
Yogurt05	14	3.00000000	0.10879853	<.0001	3
Yogurt05	16	3.00000000	0.10879853	<.0001	4
Least Squares Means for effect YFI*PFRUTA					
Pr > t for H0: LSMean(i)=LSMean(j)					
Dependent Variable: COLOR					
i/j	1	2	3	4	
1		0.1325	0.5989	0.5989	
2	0.1325		0.0531	0.0531	
3	0.5989	0.0531		1.0000	
4	0.5989	0.0531	1.0000		

		The SAS System		14:42 Sunday, September	
The GLM Procedure					
Least Squares Means					
YFI	PFRUTA	APARIEN LSMEAN	Standard Error	Pr > t	LSMEAN Number
Yogurt04	14	3.58333333	0.21614155	<.0001	1
Yogurt04	16	3.75000000	0.21614155	<.0001	2
Yogurt05	14	3.33333333	0.21614155	<.0001	3
Yogurt05	16	2.83333333	0.21614155	<.0001	4
Least Squares Means for effect YFI*PFRUTA					
Pr > t for H0: LSMean(i)=LSMean(j)					
Dependent Variable: APARIEN					
i/j	1	2	3	4	
1		0.5965	0.4308	0.0320	
2	0.5965		0.2001	0.0121	
3	0.4308	0.2001		0.1302	
4	0.0320	0.0121	0.1302		

Anexo 3. Chi Cuadrado

Tratamiento	Observado	Esperado	 O - E - 0.5	(O - E - 0.5)² / E
Yogur05 - 14	92	72	19.5	5.28
Yogur04 - 14	52	72	19.5	5.28
Total	144	144	0	10.56

Anexo 4. Análisis de varianza (ANDEVA) del estudio

Variable	R- Square (%)	Coeff Var (%)	Pr > F (%)
Acidez	0.744643	39.03124	0.6268
Dulzura	0.906561	18.59870	0.0289
Aroma	0.847204	25.43300	0.1760
Color	0.930491	12.14140	0.0081
Textura	0.937272	15.95521	0.0051
Apariencia	0.892285	22.18478	0.0509

R- Square = modelo del ajuste

Coeff Var. = coeficiente de variación

Pr > F = significancia (0.05 %)