

**Estandarización de la producción de la
mezcla base para yogur batido en la planta
de lácteos de Zamorano**

Marvin Salvador Martínez Alvarenga

**Honduras
Diciembre, 2003**

Estandarización de la producción de la mezcla base para yogur batido en la planta de lácteos de Zamorano

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

Presentado por

Marvin Salvador Martínez Alvarenga

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 los derechos de autor

Marvin Salvador Martínez Alvarenga

Honduras
Diciembre, 2003

Estandarización de la producción de la mezcla base para yogur batido en la planta de lácteos de Zamorano

Presentado por

Marvin Salvador Martínez Alvarenga

Aprobado:

Luis Osorio, Ph.D.
Asesor Principal

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

Wladir Valderrama, Ing.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A
Rector

DEDICATORIA

Dedico mi esfuerzo a Dios y a la Virgen María por haberme dado la sabiduría y fortaleza en cada paso de mi vida.

A mis padres German Martínez y Daysi de Martínez, a mis hermanos Carlos y German y a mi familia en general por ser el estímulo para seguir adelante en momentos difíciles.

A mi novia Yamile por el amor y apoyo brindado por siempre.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen Maria por la fortaleza dada para poder superar obstáculos que se me presentan.

A mis padres, hermanos y familia por toda la comprensión, amor incondicional y apoyo durante toda mi vida.

A mi novia Yamile por siempre estar conmigo en los buenos y malos momentos de mi vida. Por su comprensión, paciencia y sabios consejos que me ha brindado a lo largo de nuestra relación y futura vida juntos.

A mis amigos Luis Monroy, Flor Núñez, Manolo López, Luis Carranza, Francisco Cueva, Juan Ledezma, Javier López y Luis Erazo por su compañía, consejos y amistad sincera.

A mis asesores, Dr. Luis Osorio e Ing. Wladir Valderrama por los conocimientos y amistad brindada.

A mis amigos de la planta de lácteos, Fredil Elvir, Rigo Silva, Juan Ferrera, Emilio Carballo, Rigo Rubio, Francisco, Max y Eric por la ayuda brindada para la elaboración de este proyecto de graduación y la amistad cultivada.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A INSAFORP por haberme brindado ayuda financiera durante los primeros tres años de estudio.

A FEPADE por haberme otorgado ayuda financiera en mi cuarto año y hacer posible la realización de mis estudios superiores aquí en Zamorano.

A la familia Martínez Alvarenga por el apoyo de financiar parte de mis estudios durante mis cuatro años.

RESUMEN

Martínez, Marvin. 2003. Estandarización de la producción de la mezcla base para yogur batido en la planta de lácteos de Zamorano. Proyecto Especial de la carrera de Agroindustria, Zamorano, Honduras. 33 p.

El yogur batido de Zamorano se ha comercializado con éxito en Tegucigalpa y Puesto de Venta de Zamorano, pero en los últimos años las ventas han reducido debido a la falta de homogeneidad en sus atributos sensoriales. Las principales causas son la variación en acidez del producto, la falta de consistencia y viscosidad. Los cambios continuos y la competencia han hecho que la planta de lácteos estandarice su proceso de producción para lograr obtener un producto de calidad consistente. La mezcla base del yogur batido tiene el mismo procedimiento de elaboración para todos los sabores de yogur con frutas. El objetivo del presente estudio fue estandarizar la mezcla base de yogur batido para lograr una acidez aceptable (1–1.1 ATECAL). Se evaluaron dos métodos de enfriamiento, con el propósito de disminuir la acidez final en el producto: aire (-13°C) y agua (4 –10°C) a 2 porcentajes de acidez (0.45 y 0.55 ATECAL) luego de la incubación. Los resultados obtenidos en el primer análisis, sirvieron como base para continuar la segunda parte del estudio donde se evaluaron dos cantidades de leche descremada en polvo (5.4 y 6.4%) junto con la agitación mecánica o no del coágulo a 0.8% de acidez para obtener una mejor consistencia, viscosidad y apariencia en el producto final. El tratamiento que presentó los mejores atributos sensoriales de acuerdo a los consumidores, fue el enfriado con agua a 0.55% de acidez con una cantidad de 6.4% de leche descremada en polvo y con agitación del coágulo a 0.8 ATECAL.

Palabras claves: acidez, atributos sensoriales, calidad.

Luis Osorio, Ph.D.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xii
Índice de anexos.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	1
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	2
1.4 LÍMITES DEL ESTUDIO.....	2
1.5 OBJETIVOS.....	2
1.5.1 Objetivo General.....	2
1.5.2 Objetivos Específicos.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 LECHES FERMENTADAS.....	4
2.2 GENERALIDADES DEL YOGUR.....	5
2.3 MERCADO MUNDIAL DEL YOGUR.....	5
2.4 NUEVAS TENDENCIAS EN EL CONSUMO DE YOGUR.....	6
2.5 COMPONENTES DEL YOGUR.....	6
2.6 PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGUR BATIDO EN ZAMORANO.....	7
2.6.1 Parámetros del proceso.....	9
2.6.2 Bioquímica de la fermentación.....	9
2.6.3 Puntos críticos de la fermentación.....	10
2.7 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL YOGUR BATIDO DE ZAMORANO.....	10
2.8 LINEA DE PROCESO PARA YOGUR BATIDO DE LA PLANTA DE LÁCTEOS DE ZAMORANO.....	11
2.9 BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS.....	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO.....	13
3.2 MATERIALES Y EQUIPO UTILIZADO.....	13

3.2.1	Materiales.....	13
3.2.2	Equipos.....	13
3.3	ELABORACIÓN DE MEZCLA BASE DE YOGUR BATIDO.....	14
3.4	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	15
3.4.1	Efecto del método de enfriamiento y acidez al final de la incubación en la mezcla base para yogur batido.....	15
3.4.2	Efecto de leche descremada en polvo y agitación del coagulo en la mezcla base para yogur batido	16
3.5	ANÁLISIS SENSORIAL.....	16
3.6	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	17
3.7	ANÁLISIS FÍSICOS.....	17
3.7.1	Análisis de viscosidad.....	17
3.7.2	Análisis de consistencia.....	17
3.8	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	18
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1	FORMULACIÓN DE LA MEZCLA BASE DE YOGUR BATIDO.....	19
4.2	EFFECTO DEL MÉTODO DE ENFRIAMIENTO Y ACIDEZ AL FINAL DE LA INCUBACIÓN EN LA MEZCLA BASE PARA YOGUR BATIDO.....	19
4.2.1	Resultados de acidez bajo dos métodos de enfriamiento.....	19
4.2.2	Análisis sensorial exploratorio.....	19
4.2.3	Análisis sensorial de preferencia.....	21
4.3	EFFECTO DE LECHE DESCREMADA EN POLVO Y AGITACIÓN MECANICA DEL COAGULO EN LA MEZCLA BASE PARA YOGUR BATIDO.....	22
4.3.1	Análisis sensorial exploratorio.....	22
4.3.2	Análisis sensorial de preferencia.....	24
4.4	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	24
4.5	ANÁLISIS FÍSICOS.....	25
5.	CONCLUSIONES.....	26
6.	RECOMENDACIONES.....	27
7.	BIBLIOGRAFIA.....	28
8.	ANEXOS.....	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Composición típica de un yogur con frutas.....	7
2.	Niveles de acidez y temperatura evaluados en los tratamientos.....	15
3.	Cantidad de leche descremada en polvo y acción mecánica evaluada en los tratamientos.....	16
4.	Formulación de la mezcla base de yogur batido para una tanda de 100 kg.....	19
5.	Resultados de acidez final en la mezcla base de yogur bajo 2 métodos de enfriamiento con 2 cantidades de acidez después de la incubación.....	19
6.	Característica de acidez en mezcla base de yogur batido.....	20
7.	Característica de dulzura en mezcla base de yogur batido.....	20
8.	Característica de apariencia en mezcla base de yogur batido.....	20
9.	Característica de viscosidad en mezcla base de yogur batido.....	21
10.	Característica de aroma en mezcla base de yogur batido.....	21
11.	Análisis de frecuencia de la mezcla base de yogur batido en Zamorano.....	21
12.	Análisis de preferencia de la mezcla de yogur batido en Tegucigalpa	22
13.	Característica de consistencia en mezcla base de yogur batido.....	22
14.	Característica de viscosidad en la mezcla base de yogur batido.....	22
15.	Característica de acidez en la mezcla base de yogur batido.....	23
16.	Característica de apariencia en la mezcla base de yogur batido.....	23
17.	Característica de aroma en la mezcla base de yogur batido.....	23
18.	Característica de dulzura en la mezcla base de yogur batido.....	24

19.	Análisis de frecuencia de la mezcla base de yogur batido en Zamorano.....	24
20.	Análisis de preferencia de la mezcla base de yogur batido en Tegucigalpa.....	24
21.	Resultados microbiológicos de los tratamientos elaborados de la mezcla base de yogur batido.....	25
22.	Resultados de viscosidad y consistencia en tratamientos con dos cantidades de leche descremada en polvo con o sin agitación mecánica del coágulo a 0.8 ATECAL.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Flujo de proceso de elaboración de yogur batido.....	8
2.	Distribución de maquinaria utilizada para la elaboración de yogur batido.....	11

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Encuesta de análisis exploratorio.....	31
2.	Encuesta de análisis de preferencia.....	33

1. INTRODUCCIÓN

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Octubre de 2002 en la planta de lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana se elaboraba un yogur con alta acidez, alrededor de 1.5 acidez titulable expresada como ácido láctico (ATECAL). Dicho problema se relacionaba parcialmente al tipo de cultivo láctico utilizado en la etapa de inoculación. Anteriormente se utilizaba el cultivo Yo Flex 380 de Chr. Hansen®, pero pruebas realizadas detectaron que el Yo Flex 180 de la misma compañía proporcionaba resultados de acidez bajos pero características reológicas no apropiadas. Un cambio en el cultivo láctico implicó una reformulación de la mezcla base para yogur batido y cambios en proceso para lograr características reológicas deseadas.

Existen distintas causas por las cuales el yogur puede tener una consistencia, textura y acidez indeseable, entre ellas: un pH bajo (menor a 4.8), tratamiento térmico y homogenización inadecuada, cultivos mal seleccionados, temperaturas de incubación y manejo de almacenamiento. Los principales factores que afectan las características anteriormente mencionadas del yogur en la planta de lácteos son: método de incubación y enfriamiento.

1.2 ANTECEDENTES

El creciente interés por la salud, así como de las formas naturales de promoverla ha aumentado la demanda de alimentos funcionales y probióticos, entre los cuales destaca el yogur. El yogur se define como el producto de la fermentación de la leche entera, semidescremada o descremada previamente pasteurizada o esterilizada por parte de las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (Murray, 2001).

El yogur es considerado un alimento funcional ya que esta ligado a una reducción en la incidencia de ciertas enfermedades. Contiene todas las sustancias nutritivas de la leche, pero con la ventaja que tiene mayor facilidad de digestión. Esto ocurre por el proceso de fermentación donde se predigieren las proteínas de la leche y la lactosa es transformada en ácido láctico (Keener y Judkins, 1989).

Según Bylund (1996), la fermentación también es conocida como etapa de acidificación y consta de la fase de siembra e incubación.. En la siembra se inoculan *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* en una relación 1/1. Entre las dos bacterias existe una relación simbiótica y provoca que cada cepa estimule el crecimiento de la otra. *Lactobacillus bulgaricus* estimula el crecimiento de *Streptococcus thermophilus* por la liberación de aminoácidos y péptidos, *Streptococcus thermophilus* en su turno produce ácido fórmico que estimula el crecimiento de *Lactobacillus bulgaricus*.

Según Rasic y Kurmann (1978), ambas bacterias son termofilicas, *Lactobacillus bulgaricus* no crece por debajo de 22°C y *Streptococcus thermophilus* debajo de 20°C. Así mismo no crecen por encima de 52 y 50°C, respectivamente. Adicionalmente, podemos encontrar lactococci y lactobacilli, bacterias inofensivas, que pueden crecer junto a las dos especies dominantes. Recién elaborado, el yogur puede contener alrededor de un billón de células vivas de ambas bacterias por mililitro. El *Streptococcus thermophilus* es responsable de la caída inicial del pH hasta aproximadamente 5.0, entre tanto el *Lactobacillus bulgaricus* es responsable del descenso del pH hasta 4.0.

Según Tamine y Robinson (1991), los cultivos iniciadores son responsables primordialmente por la producción de compuestos que contribuyen al aroma típico del yogur. Estos compuestos se pueden dividir en cuatro categorías principales:

- Ácidos no volátiles: láctico, pirúvico, oxálico o succínico.
- Ácidos volátiles: fórmico, acético, propiónico o butírico.
- Compuestos carbonales: acetaldehído, acetona o diacetilo.
- Compuestos misceláneos: ciertos aminoácidos.

La elevada acidez del yogur favorece el desarrollo de la flora bacteriana intestinal, que obstaculiza la proliferación de las bacterias responsables de los fenómenos de putrefacción. El sabor ácido no es agradable por lo que frecuentemente es endulzado con agentes como sacarosa, miel, jarabes fructosados y edulcorantes no calóricos como el aspartame (Sanders, 1999).

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El siguiente estudio sobre la estandarización de la mezcla base de yogur batido se justifica por:

- Beneficio económico para la planta de lácteos de Zamorano.
- Establecer parámetros de producción para la mezcla base de yogur batido.

1.4 LÍMITES DEL ESTUDIO

- No contar con panel entrenado para poder realizar un análisis descriptivo.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

- Estandarizar la mezcla base de yogur batido para obtener un producto que satisfaga los gustos de los consumidores.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de dos métodos de enfriamiento: aire y agua luego de la incubación.
- Evaluar el efecto de dos cantidades de leche descremada en polvo a incorporar en la mezcla base de yogur sobre la consistencia y viscosidad.
- Evaluar si la agitación después de la formación del coágulo a 0.8 ATECAL influye en los atributos de consistencia y viscosidad del producto final.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 LECHES FERMENTADAS

Las leches fermentadas se han consumido durante miles de años. Su amplio historial se relaciona no sólo con su sabor agradable, ligeramente ácido, su textura cremosa y untuosa, sino también con su período más largo de vida de anaquel en comparación con la de la leche. Al inicio del siglo XX, Metchnikoff fue el primero en dar una explicación científica sobre los efectos benéficos de las leches fermentadas y atribuyó al consumo del yogur la buena salud y la longevidad de los habitantes de Los Balcanes (Argenbio, 2000).

Las leches fermentadas se originaron en oriente próximo, en los antes llamados países del este, en los Balcanes y en los países al este del mediterráneo. Dentro de este grupo se incluyen productos lácteos como el yogur, kéfir, nata fermentada, quesos, entre otros (Argenbio, 2000).

El término “fermentadas” deriva del hecho de ser la leche la materia prima que se inocula con un cultivo de fermentos que convierte la mayor parte de la lactosa en ácido láctico. Así mismo, estos microorganismos son capaces de multiplicarse y mantenerse en el interior de los intestinos, actuando como protectores de nuestra mucosa intestinal y facilitando el adecuado funcionamiento de este tramo del tubo digestivo. En las rutas metabólicas de estas bacterias también se produce dióxido de carbono, ácido acético, diacetilo, acetaldehído y muchos otros compuestos que determinan el sabor, textura y aroma característicos de cada uno de los productos lácteos fermentados (Bylund, 1996).

El ácido láctico ejerce un efecto protector porque inhibe el desarrollo de muchos microorganismos alterantes y patógenos; por esta razón, los productos lácteos fermentados se conservan durante más tiempo que la leche no acidificada. Sin embargo, el bajo pH del medio impide el crecimiento de mohos que forman gas y alteran el sabor y aroma en el producto (Fraser, 1992).

Las leches fermentadas, debido precisamente a las características de la flora láctica, son productos microbiológicamente estables y seguros. Es por ello que sus propiedades están siendo consideradas para el diseño de diferentes preparaciones con gran futuro en lo que actualmente se ha dado en denominar alimentos funcionales y nutraceuticos.

2.2 GENERALIDADES DEL YOGUR

El yogur es el más conocido de los productos acidificados alrededor del mundo. El yogur por definición es un producto lácteo que se obtiene de la acidificación microbiológica de la leche (Revilla, 2000).

Bylund (1996), establece que la acidificación de la leche se logra mediante la inoculación de bacterias como *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, los mismos que se encargan de convertir lactosa en ácido láctico, durante esa transformación hay producción de sustancias como ácido acético, diacetilo y acetaldehído que causan sabores y aromas reconocidos en el yogur.

Según Symons (1996), el yogur es un producto lácteo de alto valor nutritivo, porque es fuente de proteína, minerales (calcio, fósforo, potasio) y vitaminas. Además, establece que el yogur tiene la siguiente clasificación:

- **Yogur firme:** se incuba y se enfría en el mismo envase.
- **Yogur batido:** se incuba en depósitos y se enfría antes de envasar.
- **Yogur congelado:** se incuba en tanques y se congela como helado de crema.
- **Yogur concentrado:** se incuba en tanques, luego se concentra y enfría antes de envasado.
- **Yogur líquido:** similar al yogur batido, sólo que el coágulo se rompe antes de su envasado.

Según Revilla (2000), éste producto ayuda en la salud de las personas que lo consumen, facilita la curación de algunos tipos de cáncer y disminuye el porcentaje de colesterol.

2.3 MERCADO MUNDIAL DE YOGUR

En el mercado mundial la demanda de productos fermentados presenta buenas perspectivas como resultado de la tendencia hacia el consumo de productos naturales, frescos y sanos por la preocupación y el interés de la población por la relación que existe entre la nutrición y la salud. Este hecho ha fomentado el desarrollo del mercado de los alimentos funcionales, en el que los productos lácteos tienen un nicho privilegiado y el yogur es el vehículo perfecto para transportar los compuestos o microorganismos benéficos para la salud. Las empresas tienden a cubrir las necesidades de segmentos de consumidores cada vez más específicos, invirtiendo en el departamento de investigación y desarrollo para elaborar productos para niños, jóvenes, deportistas, mujeres, personas adultas y ancianos. Para ello los productos se diferencian por su consistencia (firme, batida y bebible), por su contenido graso y por su sabor (Schaller, 1998).

Según Labriola (1999), los principales países productores de yogur a nivel mundial son: Alemania, Francia, Países Bajos, Estados Unidos, España y Argentina con una producción anual de alrededor 3, 600,000 toneladas. Los principales consumidores son: Países Bajos, Estados Unidos, Suecia, España, Francia, Alemania y Argentina con un consumo de 45.4, 42.8, 29.9, 19.2, 19.1, 18.9 y 6.46 kg/hab/año, respectivamente.

Debido a su elevada perecibilidad y a las dificultades del transporte a grandes distancias, el yogur se destina casi exclusivamente al mercado doméstico. En la Unión Europea, por ejemplo, se estima que el intercambio comercial representa en promedio sólo el 5% de la producción y se realiza casi en su totalidad dentro del bloque. Dado el carácter perecedero y a la necesidad de una cadena de frío ininterrumpida, la logística de distribución juega un rol fundamental, por lo que sólo las empresas líderes tienen alcance nacional (Schaller, 1998).

En las últimas décadas, se ha generado un incremento grande en el consumo de yogur, principalmente en la Unión Europea y EE UU. Según Mintel Internacional Group Ltd (2001), el mercado de yogur en los Estados Unidos alcanza los \$2.2 billones de dólares y en el Reino Unido, \$850 millones. Ambos mercados han mostrado un crecimiento fuerte desde 1995 hasta la fecha.

2.4 NUEVAS TENDENCIAS EN EL CONSUMO DE YOGUR

El significativo aumento del consumo de yogur a nivel mundial y la elevada rentabilidad que ofrece su elaboración, desencadenaron una intensa competencia que se tradujo en una gran segmentación del mercado (niños, jóvenes, deportistas, mujeres y adultos) acompañada de innovación tecnológica y fuertes inversiones en difusión y promoción (Schaller, 1998).

El desarrollo de nuevos productos en el área de los lácteos es continuo. Las grandes compañías están desarrollando yogures a base de soya, con la adición de nuevos ingredientes, como chocolate, cereales y fibras naturales como la inulina, lactulosa o oligosacáridos que funcionan como prebióticos. Esta situación indica que las tendencias del mercado de comestibles se dirigen hacia la creación de alimentos funcionales simbióticos. Cuando un alimento contiene probióticos y prebióticos se le conoce como simbiótico y, en teoría, puede mejorar la supervivencia e implantación de los probióticos y aumentar el efecto benéfico para la salud de quien lo consume (Shah, 2001).

La tendencia actual consiste en utilizar el yogur como materia prima para la elaboración de diferentes alimentos, como helados o licuados con frutas de diversas marcas (Schaller, 1998).

2.5 COMPONENTES DEL YOGUR

En la producción de yogur se puede añadir a la leche sustancias que aumentan el contenido de materia seca del yogur final, mejorando así sus características físicas. En general, cuanto mayor sea el contenido de extracto seco magro de la mezcla, mayor consistencia y viscosidad tendrá el producto final. Estas propiedades mejoran notablemente al aumentar el extracto seco total de la leche de un 12% a un 20%; sin embargo, después de 16% es poco lo que los sólidos no grasos contribuyen en la consistencia del yogur. Normalmente el yogur debe contener de 12% a un 14% de sólidos no grasos para tener una viscosidad adecuada (Tamine y Robinson, 1991).

El aumento del extracto seco de la mezcla se puede lograr por medio de la adición de los siguientes aditivos:

- **Leche en polvo:** Es el ingrediente mas utilizado. Es agregado a la mezcla en un rango de 1 – 6% pero se recomienda de 3 – 4%, ya que si se añade por encima de este rango puede que el yogur obtenga un sabor a leche en polvo. Además, ayuda a mejorar la consistencia y viscosidad en el producto final (Tetra Pak, 2000).
- **Azúcar:** La principal función del azúcar es atenuar la acidez del producto final. La cantidad de azúcar añadida depende de tipo de azúcar utilizada, preferencias del consumidor, fruta utilizada, limitaciones legales y consideraciones económicas. Cabe mencionar que si se agrega demasiada azúcar (mas del 10%), a la leche antes del periodo de inoculación/incubación tiene un efecto adverso sobre las condiciones de fermentación debido a que cambia la presión osmótica de la leche (Tamine y Robinson, 1991).
- **Estabilizadores:** Con este ingrediente se aumenta la viscosidad del yogur y se previene la separación del suero. La cantidad que se utiliza es entre 0.1 – 0.5%. Si se agrega demasiado se obtiene una consistencia dura y elástica. La gelatina, pectinas, almidón y agar-agar son las sustancias más utilizadas (Tetra Pak, 2000).

Cuadro 1. Composición típica de un yogur con frutas:

Componente	Porcentaje
Grasa	0.5 – 3.8
Azúcar	6 – 7
Sólidos lácteos no grasos	11 – 14
Estabilizador	0.25 – 0.5
Fruta	10 – 15

Fuente: Revilla (2000).

2.6 PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGUR BATIDO EN ZAMORANO

La elaboración de yogur semisólido en la planta de lácteos de Zamorano no es un proceso altamente tecnificado. Lo anterior se debe a la falta de recursos financieros; esto no obstante, permite que la planta de lácteos produzca un yogur de calidad consistente agradable al consumidor. Ciertos equipos y materiales usados en la producción por tandas de yogur como son: carreta transportadora de tambos, pasteurizador de baja capacidad (200 L), tambos y pequeña tina de incubación hacen que el proceso se asemeje a un proceso artesanal.

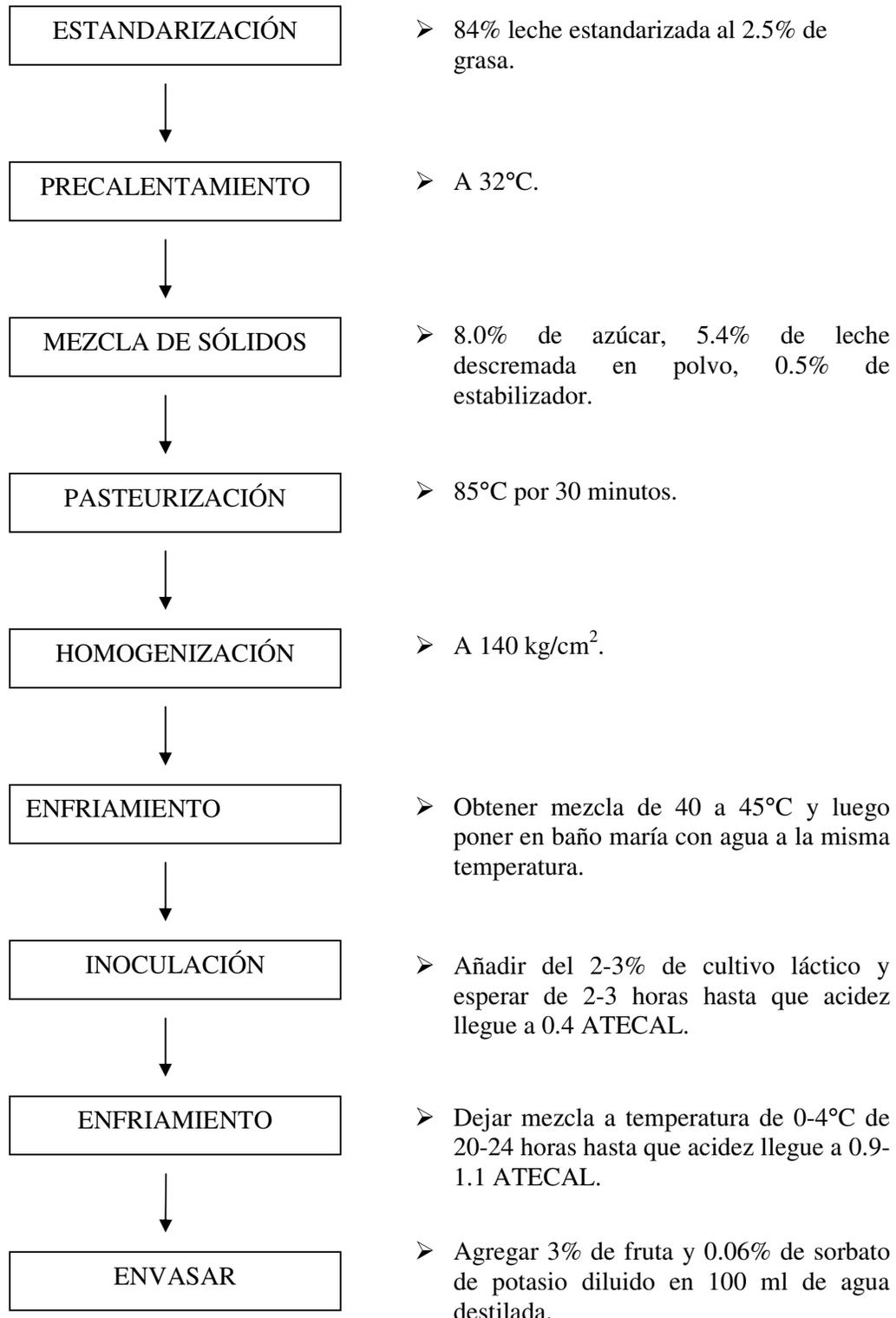


Figura 1. Flujo de proceso de elaboración de yogur batido

2.6.1 Parámetros del proceso

Proceso	Requisitos
% de grasa en leche estandarizada.	2.5 %
Acidez de la leche.	<0.16 %
Estabilizador para yogur.	0.5 %
Azúcar refinada.	8.0 %
Cultivo láctico.	2-3 %
Leche en polvo.	5.4 %
Adición de saborizante.	3 %
Sorbato de potasio.	0.06 %
Temperatura de precalentamiento.	32 °C
Temperatura de pasteurización.	85 °C
Temperatura de enfriamiento.	45 °C
Temperatura de inoculación.	45 °C
Temperatura de maduración.	4 °C
Presión de la autoclave.	140 kg/cm ²
Tiempo de pasteurización.	30 min
Tiempo de incubación.	2-3 h
Tiempo de maduración.	24 h
Acidez al final del yogur.	0.9 – 1.1 ATECAL
Acidez al final de la incubación.	0.4 ATECAL

Fuente: planta de lácteos de Zamorano

2.6.2 Bioquímica de la fermentación

Los microorganismos llevan a cabo sus procesos vitales mediante un gran número de complejas e interrelacionadas rutas metabólicas, con funciones biosintéticas y energéticas. Cada ruta metabólica comprende múltiples reacciones reguladas por diferentes sistemas enzimáticos, por lo que es la síntesis y la actividad de las enzimas la que mantiene y controla las funciones de la célula microbiana. Uno de los mecanismos de regulación se debe a los compuestos de bajo peso molecular resultantes de la degradación de los nutrientes (carbohidratos, proteínas, lípidos y otros constituyentes minoritarios) presentes en el medio de cultivo, por lo que la composición de este tiene gran importancia en relación con el crecimiento microbiano. En el caso del yogur, su efecto sobre el metabolismo y el crecimiento de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* influye además sobre las propiedades y características del producto. Por esta razón, las reacciones químicas de los microorganismos del yogur son fundamentales para la elaboración de un producto de alta calidad (Tamine y Robinson, 1991).

2.6.3 Puntos críticos de la fermentación

La temperatura de inoculación e incubación son puntos críticos. En la planta de lácteos de Zamorano ambos procedimientos se realizan con Baño María. Este sistema consiste en sumergir los tambos en una tina conteniendo agua calentada con vapor a una temperatura de 40 a 45°C, debido a que se trabaja con bacterias termófilas y así pueden alcanzar su desarrollo óptimo, proporcionando características de acidez, sabor, aroma y consistencia adecuada al producto. El nivel del agua se debe mantener justo por debajo de las tapaderas del tambo para evitar la contaminación del producto, y después del período de coagulación el agua caliente se reemplaza por agua helada para enfriar el coagulo rápidamente.

El bajo pH del cultivo láctico (menor a 4,6) generalmente previene el crecimiento de microorganismos patógenos y descomponedores, pero cuando no hay control en la producción del ácido láctico, el pH varía y pueden crecer mohos y levaduras los cuales toleran éstas condiciones, causando deterioro en el producto final (Vanderzant y Splittstoesser, 1992).

Para que el cultivo iniciador se desarrolle, se debe tener presente:

- Bajo recuento bacteriano para que las bacterias del yogur puedan transformar la lactosa en ácido láctico en un menor tiempo.
- Leche libre de sustancias inhibitoras (antibióticos y peróxido de hidrogeno).
- Ausencia de bacteriófagos.

2.7 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL YOGUR BATIDO DE ZAMORANO

En la planta de lácteos de Zamorano, se realizan pruebas microbiológicas para determinar la carga bacteriana en la leche y monitorear la calidad de la misma. Se recomienda emplear el uso de pruebas rápidas para determinar si la leche se encuentra libre de sustancias inhibitoras y bacteriófagos.

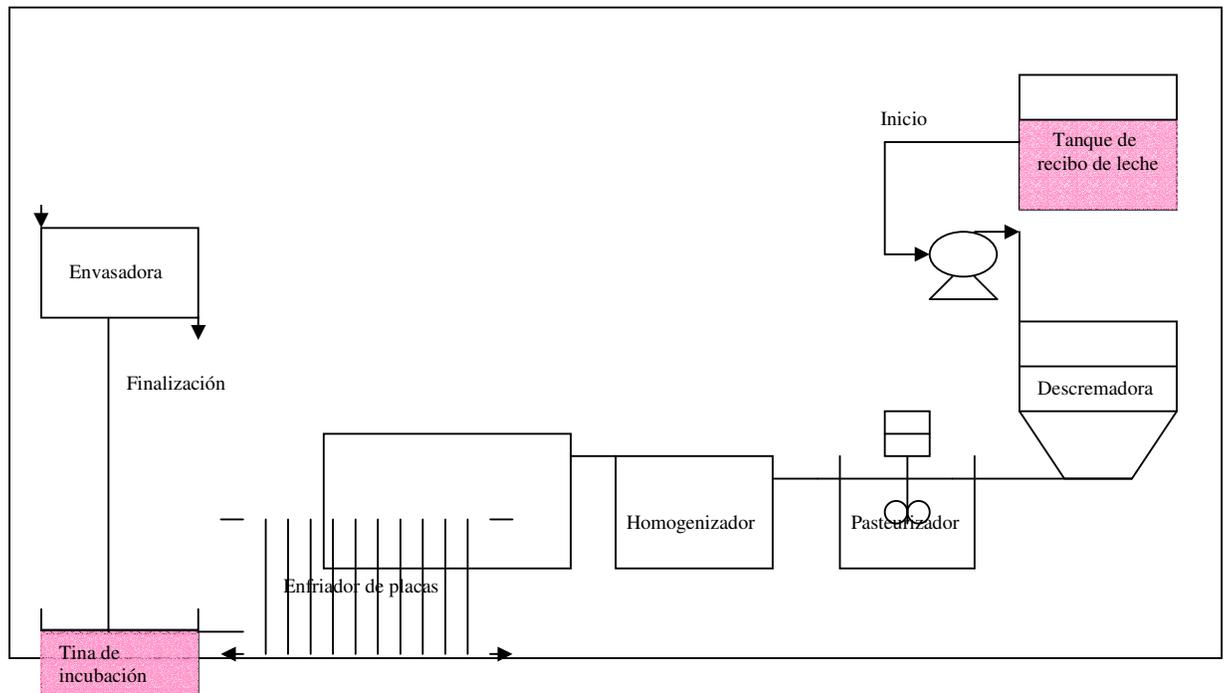
Diversos factores deben ser controlados durante el proceso de elaboración de yogur batido en Zamorano con objeto de obtener un yogur de alta calidad y atributos adecuados (sabor, aroma, viscosidad, consistencia y apariencia). Los factores que se controlan son:

- Elección de la leche
- Aditivos Lácteos
- Homogenización
- Tratamiento térmico
- Preparación de los cultivos

La elección de la leche es un factor de suma importancia, ya que si se quiere obtener un producto de alta calidad se debe trabajar con materia prima de calidad. Los aditivos lácteos deben estar libres de cualquier contaminante, por lo que se le exige al proveedor un reporte de parámetros cumplidos. Los tratamientos previos a la leche influyen de forma muy importante a la calidad del producto terminado. El tratamiento mecánico al que se somete el yogur durante su producción afecta también su calidad. Los motivos principales de la homogenización de la leche que se va a utilizar en la producción de yogur son prevenir la separación de la nata durante el periodo de incubación y asegurar una distribución uniforme de la grasa de la leche. La estabilidad y consistencia de las leches acidificadas se ven mejoradas por la homogenización, incluso en aquellos productos con bajo contenido de grasa. 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 de cultivo industrial, asegurar que el coágulo del yogur terminado sea firme y reducir el riesgo de separación de suero en el producto terminado (Tetra Pak, 2000). En la planta de lácteos de Zamorano la homogenización se realiza a 140 kg/cm^2 y la pasteurización a 85°C por 30 minutos.

2.8 LÍNEA DE PROCESO PARA YOGUR BATIDO DE LA PLANTA DE LÁCTEOS DE ZAMORANO

La calidad del yogur en cuanto a su textura y sabor depende del diseño de la planta, del tratamiento previo de la leche y del producto. A continuación se presenta la distribución de maquinaria de la planta de lácteos de la Escuela Agrícola Panamericana.



2.9 BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS

Las bacterias ácido lácticas se han empleado para fermentar o crear cultivos de alimentos durante al menos 4 milenios. Su uso más corriente se ha aplicado en todo el mundo a los productos lácteos fermentados como el yogur, queso, mantequilla, crema de leche, kéfir y el koumiss (EUFIC, 2000).

Las bacterias ácido lácticas constituyen un vasto conjunto de microorganismos benignos, dotados de propiedades similares, que producen ácido láctico como producto final del proceso de fermentación. Se encuentran en grandes cantidades en la naturaleza, así como en nuestro aparato digestivo. Se las conoce sobre todo por su labor de fermentación de productos lácteos (Chandan, 1999).

Según Tamine y Robinson (1991), los microorganismos del yogur son muy sensibles a una amplia gama de sustancias inhibidoras, las cuales pueden clasificarse del siguiente modo:

- Sustancias químicas como resultado del tratamiento con antibióticos de las vacas (penicilina, tetraciclina, amoxicilina).
- Residuos de los tratamientos de limpieza y desinfección de las granjas y equipos (cloro, amonio cuaternario, detergentes).
- Bacteriófagos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FORMULACIÓN DE LA MEZCLA BASE DE YOGUR BATIDO

La cantidad óptima de sólidos no grasos a incorporar en la formulación para 100 kg de mezcla base de yogur semisólido se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Formulación de la mezcla base de yogur batido para una tanda de 100 kg.

Ingrediente	Cantidad (Kg)
Leche estandarizada al 2.5% de grasa	84.60
Leche descremada en polvo	6.40
Azúcar refinada	8.50
Estabilizador para yogur	0.50
Total	100.00

4.2 EFECTO DEL MÉTODO DE ENFRIAMIENTO Y ACIDEZ AL FINAL DE LA INCUBACIÓN EN LA MEZCLA BASE PARA YOGUR BATIDO

4.2.1 Resultados de acidez bajo dos métodos de enfriamiento

Los resultados en el cuadro 5 muestran que el método de enfriamiento con agua luego de la incubación presenta un menor porcentaje de acidez en la mezcla base elaborada.

Cuadro 5. Resultados de acidez final en la mezcla base de yogur batido bajo 2 métodos de enfriamiento con 2 niveles de acidez después de la incubación.

Tratamientos	Promedios
0.45 ATECAL en cuarto frío a - 13°C	1.18 ATECAL

0.55 ATECAL en cuarto frío a -13 °C	1.22 ATECAL
0.45 ATECAL en agua de 4 a 10°C	1.04 ATECAL
0.55 ATECAL en agua de 4 a 10°C	1.06 ATECAL

4.2.2 Análisis sensorial exploratorio

En el Cuadro 6 se observa que existe una diferencia significativa en la acidez final del producto entre los dos métodos de enfriamiento empleados. El tratamiento de enfriamiento con agua presentó los mejores resultados. Esto se debe, a que permite un mejor intercambio de calor entre el producto y el medio en que se encuentra, ya que el calor específico del agua es mayor al del aire a temperatura ambiente y presión atmosférica ($4.18 \text{ J/g}^\circ\text{C} > 0.24 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$) provocando que la temperatura interna de la mezcla disminuya más rápido que en el método de enfriamiento con aire, resultando una acidez final baja agradable al paladar.

Cuadro 6. Característica de acidez en mezcla base de yogur batido.

Tratamiento	Media \pm DE*	Separación de medias ($p \leq 0.05$)**
0.45 ATECAL en cuarto frío a -13°C	2.12 \pm 0.47	A
0.55 ATECAL en cuarto frío a -13°C	2.22 \pm 0.47	A
0.45 ATECAL en agua de 4 a 10°C	4.08 \pm 0.47	B
0.55 ATECAL en agua de 4 a 10°C	4.11 \pm 0.47	B

*Escala utilizada: 1 alta, 2 ligeramente alta, 3 moderada, 4 ligeramente baja, 5 baja

**Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

En el cuadro 7 se muestra que la dulzura fue mas baja empleando el método de enfriamiento con agua, existiendo diferencias significativas entre los métodos de enfriamiento utilizados.

Cuadro 7. Característica de dulzura en mezcla base de yogur batido.

Tratamiento	Media \pm DE*	Separación de medias ($p \leq 0.05$)**
0.45 ATECAL en cuarto frío a -13°C	2.38 \pm 0.34	A
0.55 ATECAL en cuarto frío a -13°C	2.44 \pm 0.34	A
0.45 ATECAL en agua de 4 a 10°C	3.37 \pm 0.34	B
0.55 ATECAL en agua de 4 a 10°C	3.50 \pm 0.34	B

*Escala utilizada: 1 alta, 2 ligeramente alta, 3 moderada, 4 ligeramente baja, 5 baja

**Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Como se muestra en el cuadro 8, en los tratamientos elaborados bajo el método de enfriamiento con agua mostraron una mejor apariencia de acuerdo al análisis exploratorio. El método de enfriamiento con aire presentó porcentajes de acidez por arriba de 1.18, por lo que se observó ligeramente la separación de suero en el producto final.

Cuadro 8. Característica de apariencia en mezcla base de yogur batido.

Tratamiento	Media \pm DE*	Separación de medias ($p \leq 0.05$)**
0.45 ATECAL en cuarto frío a -13°C	3.17 \pm 0.13	A
0.55 ATECAL en cuarto frío a -13°C	3.20 \pm 0.13	A
0.45 ATECAL en agua de 4 a 10°C	2.34 \pm 0.13	B
0.55 ATECAL en agua de 4 a 10°C	2.37 \pm 0.13	B

*Escala utilizada: 1 muy buena, 2 buena, 3 regular, 4 mala, 5 muy mala

**Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

En el cuadro 9 se observa que los métodos de enfriamiento empleados en el estudio no afectan el atributo de viscosidad.

Cuadro 9. Característica de viscosidad en mezcla base de yogur batido.

Tratamiento	Media \pm DE*	Separación de medias ($p \leq 0.05$)**
0.45 ATECAL en cuarto frío a -13°C	2.06 \pm 0.19	A
0.55 ATECAL en cuarto frío a -13°C	2.02 \pm 0.19	A
0.45 ATECAL en agua de 4 a 10°C	2.04 \pm 0.19	A
0.55 ATECAL en agua de 4 a 10°C	2.03 \pm 0.19	A

*Escala utilizada: 1 alta, 2 ligeramente alta, 3 moderada, 4 ligeramente baja, 5 baja

**Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Los resultados del cuadro 10 muestran que de acuerdo al análisis sensorial exploratorio el atributo de aroma no es influenciado por el método de enfriamiento utilizado. No existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro 10. Característica de aroma en mezcla base de yogur batido.

Tratamiento	Media \pm DE*	Separación de medias ($p \leq 0.05$)**
0.45 ATECAL en cuarto frío a -13°C	2.05 \pm 0.28	A
0.55 ATECAL en cuarto frío a -13°C	2.16 \pm 0.28	A

0.45 ATECAL en agua de 4 a 10°C	2.23 ± 0.28	A
0.55 ATECAL en agua de 4 a 10°C	2.26 ± 0.28	A

*Escala utilizada: 1 muy bueno, 2 bueno, 3 regular, 4 malo, 5 muy malo

**Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (p ≤ 0.05)

El cuadro 11 muestra la distribución de frecuencias de los tratamientos; los tratamientos enfriados con agua luego de la incubación presentaron la mayor aceptación.

Cuadro 11. Análisis de frecuencia de la mezcla base de yogur batido en Zamorano.

Tratamiento	Frecuencia (%)
0.45 ATECAL en cuarto frío a -13°C	13
0.55 ATECAL en cuarto frío a -13°C	10
0.45 ATECAL en agua de 4 a 10°C	35
0.55 ATECAL en agua de 4 a 10°C	42

4.2.3 Análisis sensorial de preferencia

Basados en los resultados del análisis de frecuencia (cuadro 12), se puede concluir que los consumidores prefieren el tratamiento enfriado con agua a 0.55 ATECAL. Los resultados del Chi Cuadrado muestran que existe diferencia significativa entre tratamientos.

Cuadro 12. Análisis de preferencia de la mezcla base de yogur batido en Tegucigalpa.

Tratamiento	Frecuencia (%)	Chi Cuadrado
0.45 ATECAL con agua (4 - 10°C)	43	2.14
0.55 ATECAL con agua (4 - 10°C)	57	2.14
		4.28 > 3.84

4.3 EFECTO DE LECHE DESCREMADA EN POLVO Y AGITACIÓN MECÁNICA DEL COÁGULO EN LA MEZCLA BASE PARA YOGUR BATIDO

4.3.1 Análisis sensorial exploratorio

En el cuadro 13 se observa que hay una mejor calificación de la consistencia al agregar 6.4% de LPD con la agitación del coágulo a 0.8 ATECAL, comparado al yogur con 5.4% de LDP.

Cuadro 13. Característica de consistencia en mezcla base de yogur batido.

Tratamiento	Media \pm DE*	Separación de medias ($p \leq 0.05$)**
5.4% de LPD con agitación del coágulo	3.56 \pm 0.26	A
5.4% de LPD sin agitación del coágulo	3.39 \pm 0.26	A
6.4% de LPD con agitación del coágulo	2.09 \pm 0.26	B
6.4% de LPD sin agitación del coágulo	2.22 \pm 0.26	B

*Escala utilizada: 1 muy buena, 2 buena, 3 regular, 4 mala, 5 muy mala

**Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Como se muestra en el cuadro 14, existe una diferencia significativa en cuanto a la cantidad de LDP a utilizar en la mezcla base de yogur con respecto a la viscosidad obtenida. Los resultados también muestran que la agitación mecánica del coágulo no afecta este atributo.

Cuadro 14. Característica de viscosidad en la mezcla base de yogur batido.

*Escala utilizada: 1 alta, 2 ligeramente alta, 3 moderada, 4 ligeramente baja, 5 baja

**Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

El cuadro 15 nos indica que la agitación mecánica del coágulo presenta menor grado de acidez no importando la cantidad de LDP incluida en la mezcla base de yogur. Lo

Tratamiento	Media \pm DE	Separación de medias ($p \leq 0.05$)
5.4% de LPD con agitación del coágulo	3.09 \pm 0.23	A
5.4% de LPD sin agitación del coágulo	3.12 \pm 0.23	A
6.4% de LPD con agitación del coágulo	2.25 \pm 0.23	B
6.4% de LPD sin agitación del coágulo	2.27 \pm 0.23	B

anterior se debe a la distribución uniforme de la temperatura por toda la mezcla.

Cuadro 15. Característica de acidez en la mezcla base de yogur batido.

Tratamiento	Media \pm DE*	Separación de medias ($p \leq 0.05$)**
5.4% de LPD con agitación del coágulo	4.32 \pm 0.27	A
5.4% de LPD sin agitación del coágulo	3.45 \pm 0.27	B
6.4% de LPD con agitación del coágulo	4.47 \pm 0.27	A
6.4% de LPD sin agitación del coágulo	3.23 \pm 0.27	B

*Escala utilizada: 1 alta, 2 ligeramente alta, 3 moderada, 4 ligeramente baja, 5 baja

**Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

El cuadro 16 muestra que la agitación mecánica tiene un efecto positivo sobre la apariencia de la mezcla base del yogurt. Lo anterior se debe a que evita la formación de grumos por distintos factores como pueden ser alta acidez y concentración de LDP.

Cuadro 16. Característica de apariencia en la mezcla base de yogur batido.

Tratamiento	Media \pm DE*	Separación de medias ($p \leq 0.05$)**
5.4% de LPD con agitación del coágulo	2.32 \pm 0.21	A
5.4% de LPD sin agitación del coágulo	3.10 \pm 0.21	B
6.4% de LPD con agitación del coágulo	2.53 \pm 0.21	A
6.4% de LPD sin agitación del coágulo	3.23 \pm 0.21	B

*Escala utilizada: 1 muy buena, 2 buena, 3 regular, 4 mala, 5 muy mala

**Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

En el cuadro 17 se muestra que el atributo de aroma no es influenciado por la agitación mecánica del coágulo o por la cantidad de LDP a utilizar en la mezcla base de yogur. No existe diferencia significativa entre los tratamientos por lo tanto son estadísticamente iguales.

Cuadro 17. Característica de aroma en la mezcla base de yogur batido.

Tratamiento	Media \pm DE*	Separación de medias ($p \leq 0.05$)**
5.4% de LPD con agitación del coágulo	2.15 \pm 0.25	A
5.4% de LPD sin agitación del coágulo	2.10 \pm 0.25	A
6.4% de LPD con agitación del coágulo	2.24 \pm 0.25	A
6.4% de LPD sin agitación del coágulo	2.17 \pm 0.25	A

*Escala utilizada: 1 muy bueno, 2 bueno, 3 regular, 4 malo, 5 muy malo

**Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes

($p \leq 0.05$)

Los resultados del cuadro 18 muestran que no existe diferencia significativa entre tratamientos con respecto al atributo de dulzura.

Cuadro 18. Característica de dulzura en la mezcla base de yogur batido.

Tratamiento	Media \pm DE*	Separación de medias ($p \leq 0.05$)**
5.4% de LPD con agitación del coágulo	2.25 \pm 0.25	A
5.4% de LPD sin agitación del coágulo	2.27 \pm 0.25	A
6.4% de LPD con agitación del coágulo	2.12 \pm 0.25	A
6.4% de LPD sin agitación del coágulo	2.07 \pm 0.25	A

*Escala utilizada: 1 alta, 2 ligeramente alta, 3 moderada, 4 ligeramente baja, 5 baja

**Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

El cuadro 19 muestra la distribución de frecuencias de los tratamientos. Los tratamientos con agitación mecánica del coágulo a 0.8 ATECAL presentaron la mayor aceptación.

Cuadro 19. Análisis de frecuencia de la mezcla base de yogur batido en Zamorano.

Tratamiento	Frecuencia (%)
5.4% de LPD con agitación del coágulo	23
5.4% de LPD sin agitación del coágulo	17
6.4% de LPD con agitación del coágulo	41
6.4% de LPD sin agitación del coágulo	19

4.3.2 Análisis sensorial de preferencia

Como se muestra en el cuadro 20, el tratamiento preferido por los consumidores fue el yogur con 6.4% de LDP con agitación del coágulo a 0.8 ATECAL. Los resultados del Chi Cuadrado muestran que existe diferencia significativa entre tratamientos, siendo el yogur con 6.4% de LDP con agitación del coágulo mas preferido.

Cuadro 20. Análisis de preferencia de la mezcla base de yogur batido en Tegucigalpa.

Tratamiento	Frecuencia (%)	Chi Cuadrado
5.4% de LPD con agitación del coágulo	41	3.08
6.4% de LPD con agitación del coágulo	59	3.08
		6.16 > 3.84

4.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Según las normas para productos lácteos y derivados ICAITI (2002), los resultados presentados en el cuadro 21 son aceptables para este tipo de producto y apto para el consumo humano.

Cuadro 21. Resultados microbiológicos de los tratamientos elaborados de la mezcla base de yogur batido.

Tratamiento	Análisis Coliformes totales	
	Resultados ufc/g	Valor máximo permitido ufc/g
0.45 ATECAL en cuarto frío a -13°C	< 10	10
0.55 ATECAL en cuarto frío a -13°C	< 10	10
0.45 ATECAL en agua de 4 a 10°C	< 10	10
0.55 ATECAL en agua de 4 a 10°C	< 10	10
5.4% de LPD con agitación del coágulo	< 10	10
5.4% de LPD sin agitación del coágulo	< 10	10
6.4% de LPD con agitación del coágulo	< 10	10
6.4% de LPD sin agitación del coágulo	< 10	10

4.5 ANÁLISIS FÍSICOS

El cuadro 22 presenta los resultados de viscosidad y consistencia en los tratamientos de la segunda parte del estudio. Según Barnant Company (2002), el cP del yogur esta en un rango de 1000 a 3500 cP. El rango depende del procesamiento dado a la mezcla de yogur.

Cuadro 22. Resultados de viscosidad y consistencia en tratamientos con dos cantidades de LDP con o sin agitación mecánica del coágulo a 0.8 ATECAL.

Tratamiento	Viscosidad (cP)	Consistencia (cm/min)
5.4% de LPD con agitación del coágulo	2015	7.8
5.4% de LPD sin agitación del coágulo	2047	7.4
6.4% de LPD con agitación del coágulo	2845	5.1
6.4% de LPD sin agitación del coágulo	2820	5.2

Según Tamine y Robinson (1991), las propiedades de viscosidad de la mezcla de yogur disminuyen al aumentar la temperatura y presión. Según Rasic y Kurmann (1978), la viscosidad y consistencia del yogur se ven afectadas por la cantidad de sólidos no grasos incorporados a la mezcla de yogur y tipo de cultivo láctico empleado en su fabricación.

5. CONCLUSIONES

El método de enfriamiento con agua (4 -10°C) y con una acidez de 0.55 ATECAL luego de la incubación resultó en mejores atributos sensoriales de acuerdo al análisis exploratorio y de preferencia.

La cantidad óptima de leche descremada en polvo incorporada en la mezcla fue de 6.4%; presentó una mejor consistencia, viscosidad y apariencia que el yogur con 5.4% de leche descremada en polvo.

El agitado mecánico del coágulo a 0.8 ATECAL resultó en una mejor consistencia, viscosidad y apariencia del producto final.

6. RECOMENDACIONES

Se debe mantener una adecuada cadena de frío (4°C) a lo largo del proceso de almacenamiento y distribución con el propósito de evitar una post acidificación.

Realizar pruebas sobre el efecto de la homogenización en la consistencia y viscosidad del producto final.

7. BIBLIOGRAFIA

Barnnant Company. 2002. Mixing Equipment. Revisado el 14 de Octubre de 2003. Disponible en <http://www.barnnant.com/mixing/prod.htm>

Bylund, G. 1996. Manual de industrias lácteas. Trad. Iragra S.A. Madrid, España, Ediciones Calle Almasa. 436 p.

Chandan, R. 1999. Enhancing market value of milk by adding cultures. Journal Dairy Science. Art. 2245-56.

Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología (ArgenBio). 2000. Los microorganismos del yogur. Revisado el 17 de Junio de 2003. Disponible en <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion>

European Food Information Council (EUFIC). 2000. Las Bacterias Ácido-Lácticas y su Uso en la Alimentación. Revisado el 25 de Junio de 2003. Disponible en <http://www.eufic.org/sp/food/pag/food18/food184.htm>

Fraser, B. 1992. Fundamentos tecnológicos de la fabricación de yogur. 2 ed. McGraw-Hill. México. 114 p.

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

Labriola, S. 1999. Datos estadísticos provisorios de producción, consumo y comercio exterior de Leche y Productos Lácteos. ZMP Review - Dairy. Revisado el 27 de Junio de 2003. Disponible en <http://www.infoagro.go./documentospdf/diagnleche.pdf>

Mintel International Group Ltd. 2001. Marketing research report on yoghourt. Revisado el 3 de Junio del 2003. Disponible en <http://www.mintel.com/>

Murray, P. 2001. Benefits of fermented milks and probiotics. Connecticut. AVI. 827

Rasic, J.; Kurmann, R. 1978. Yogurt. Pergamon Books Ltd. Oxford, England. 327 p.

Revilla, A. 2000. Tecnología de la leche. 4 ed. Zamorano Academia Press. Zamorano, Honduras. 392 p.

Schaller, A. 1998. Yogur y Leche Cultivada. Revisado el 2 de Julio de 2003. Disponible en http://www.sagpya.mecon.gov.ar/0-3/lacteos/01_Productos/yogur/Yogur_02.htm

Sanders, M. 1999. Food Technology. Art. 53, 67-77 p.

Shah, 2001. Functional foods from probiotics and prebiotics. Food Technology. Art. 55, 46-53 p.

Symons, H. 1996. Nutritional and health benefits of yoghurt and fermented milks. 8p.

Tamine, A.; Robinson, R. 1991. Yogur, Science and Technology. New York. Pergman. 431 p.

Tetra Pack Processing Systems AB. 2000. Manual de Industrias Lácteas. Editorial Iragra, S.A. Madrid, España. 436 p.

Vanderzant, C.; Splittstoesser, G. 1992. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3ed. American Public Health Association. Washington D.C. U.S.A.

8. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta de análisis exploratorio

ANÁLISIS EXPLORATORIO
“ESTANDARIZACIÓN DE LA MEZCLA BASE PARA YOGUR BATIDO”

Edad _____

Sexo _____

Fecha _____

INDICACIONES:**Degustar las cuatro muestras situadas en la mesa.****Evaluar las muestras por simple vista y sabor.**

Considerando todos los atributos (acidez, dulzura, consistencia, aroma, viscosidad y apariencia) indicar la que más prefiere en el espacio correspondiente según la escala mostrada.

1. Como siente la acidez en cada muestra.

126_____

492_____

253_____

387_____

1

2

3

4

5

Alta

Ligeramente alta

Moderadamente

Ligeramente baja

Baja

2. Como siente la dulzura en cada muestra.

126_____

492_____

253_____

387_____

1

2

3

4

5

Alta

Ligeramente alta

Moderadamente

Ligeramente baja

Baja

3. Evalúe la viscosidad de cada muestra.

126_____

492_____

253_____

387_____

1

2

3

4

5

Alta

Ligeramente alta

Moderadamente

Ligeramente baja

Baja

4. Evalúe la consistencia de cada muestra.

126____	492____	253____	387____	
1	2	3	4	5
Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala

5. Evalúe el aroma de cada muestra.

126____	492____	253____	387____	
1	2	3	4	5
Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo

6. Evalúe la apariencia de cada muestra.

126____	492____	253____	387____	
1	2	3	4	5
Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala

Anexo 2. Encuesta de análisis de preferencia

ANÁLISIS DE PREFERENCIA
“ESTANDARIZACIÓN DE LA MEZCLA BASE PARA YOGUR BATIDO”

Edad _____

Sexo _____

Fecha _____

Pruebe las siguientes muestras de yogur y circule el número de la muestra que más prefiere. Usted debe escoger una muestra, aunque no esté seguro.

387

253

Porque seleccionó esa muestra?
