

# **Evaluación de sorbetes y bebidas elaboradas a base de concentrado proteico del suero de queso**

**Wilfredo Domínguez Núñez**

ZAMORANO  
Carrera de Agroindustria

Noviembre, 2000

**ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**Evaluación de sorbetes y bebidas elaboradas a  
base de concentrado proteico del suero de  
queso**

Tesis presentada como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado  
académico de Licenciatura

Por:

**Wilfredo Domínguez Núñez**

**Honduras: Noviembre, 2000**

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

---

Wilfredo Domínguez Núñez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2000

**Evaluación de sorbetes y bebidas elaboradas a base de concentrado proteico del suero de queso**

Presentado por:

Wilfredo Domínguez Núñez

Aprobada

---

Gladys Flores, M. Sc.  
Asesor Principal

---

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

---

Manuel Morales, M. Sc.  
Asesor Secundario

---

Antonio Flores, Ph.D.  
Decano

---

Oscar Sanabria, M. Sc, MBA.  
Asesor Secundario

---

Keith L. Andrews, Ph.D.  
Director General

---

Aurelio Revilla, M.S.  
Coordinador PIA

## **DEDICATORIA**

A Dios que siempre vela nuestros pasos.

A mi familia que siempre me apoyó.

A mi asesora que siempre me ayudó.

## AGRADECIMIENTOS

A todos lo que ayudaron para que este documento se terminara, en especial a:

Nuestro Padre,

Mi familia,

La Profa. Flores,

Juan Torres (por las tardes enternas de UF),

Mis asesores (Fredy Elvir, Rigo Silva, Rigo Rubio, Alfredo y Max),

Varinia y Edwin,

Romina y su familia,

Ing Morales y Lic Sanabria,

Mis amigos y familia zamorana (Alejandra, Alejandra, Angel, Carolina, Dalia, Danny, Dario, Gloria, Gracia, Jacky, Karla, Marcela, Marissa, Martín, Milagros, Nick, Nilda, Pablo, Paco, Paola, Patricio, Silvana, Silvia, Sonia, Vivian, Wilma y toda la gente con la que pasamos).

Y a Maria Delcarmen Linares.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

Gracias por su apoyo:

Mis padres,

Mi tío Humberto,

La AGEAP,

Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras,

Fondo Dotal Hondureño y

Fundación Kellogg.

## RESUMEN

Dominguez, Wilfredo. 2000. Evaluación de sorbetes y bebidas elaboradas a base de concentrado proteico del suero de queso. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 42 p.

El suero de queso es un efluente de difícil manejo y un poderoso contaminante de las aguas por su alta demanda biológica de oxígeno (50,000 ppm). La proteína que contiene este suero es de mejor calidad que la caseína de la leche y está siendo subutilizada o desechada al desagüe. En vista que Zamorano no cuenta con el equipo ni el volumen de producción de suero para darle a éste un tratamiento de secado, se optó por utilizar el método de ultrafiltración para concentrar la proteína que posee. El objetivo del estudio fue utilizar la ultrafiltración para producir concentrado proteico con 3% de proteína para elaborar un sorbete y una bebida. Los dos productos elaborados tuvieron buena aceptación de los encuestados. El 80% de ellos calificaron como buenos y muy buenos a ambos sorbetes (el control y el elaborado a base de concentrado proteico). La estabilidad microbiológica y física del sorbete fue satisfactoria. La bebida presentó sedimentación de la cocoa y su vida útil fue de 6 días después de elaborarlo. El costo de producción de un litro de concentrado proteico de suero fue de L.16.43 (\$1.09) (\$1.09); del sorbete, L.15.76 (\$1.05); y de la bebida, L.16.65 (\$1.11). Se presentó variabilidad química en los productos debido a la variabilidad del concentrado proteico, el cual fue afectado por el proceso de ultrafiltración. Se recomendó cambiar el tanque de recirculación de concentrado por un tanque con base cónica, para aumentar la presión y el flujo de ultrafiltrado; y utilizar dos membranas en serie en vez de una. Igualmente se recomendó el uso de preservante y gomas en la bebida para alargar la vida útil y aumentar su viscosidad.

**Palabras claves:** Aceptabilidad, costos de producción, estabilidad, ultrafiltrado, ultrafiltración.

## NOTA DE PRENSA

### **Suero de queso: de contaminar fuentes de agua a materia prima en alimentos**

Se han desarrollado dos alimentos prototipos que utilizan como base concentrado proteico de suero de queso, el cual es un poderoso contaminante de las aguas, comparable con desechos industriales. El suero es descartado a ríos y lagunas donde consume el oxígeno, evitando el crecimiento de peces y otros organismos acuáticos.

En Zamorano, se utiliza el proceso de ultrafiltración para concentrar la proteína del suero y así utilizarla en la elaboración de productos alimenticios. Este proceso consiste en filtrar el suero a través de una membrana que no permite que las moléculas grandes, como la proteína y la grasa, pasen pero sí las pequeñas como los minerales, vitaminas y azúcares.

En el año 2000 el concentrado proteico, producto de la ultrafiltración, fue empleado para elaborar un sorbete y una bebida en La Planta de Procesamiento de Productos Lácteos de Zamorano.

En el sorbete se reemplazó la proteína de la leche por la proteína que aportó el concentrado proteico, la cual es de mejor calidad que la misma caseína presente en la leche. El sorbete resultó calificado por los encuestados como muy bueno y bueno, de igual manera que el sorbete control con el cual se comparó. Ambos productos presentaron buena estabilidad en almacén.

En la bebida se utilizó cocoa para darle sabor al concentrado proteico. La misma tuvo excelente aceptabilidad de parte de los encuestados durante su degustación.

Se reportó una vida útil de seis días para la bebida, por lo que se recomendó utilizar preservantes para aumentar su estabilidad, igualmente agregar otros compuestos que aumenten su valor nutricional, funcional y comercial.

El proyecto está logrando aprovechar la proteína del suero, la cual es de excelente digestibilidad y posee un valor biológico comparable con la proteína del huevo. De esta manera se está evitando desperdiciar la proteína en la alimentación de cerdos o que ésta contamine las fuentes de agua.

---

Licda. Sobeyda Álvarez

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de Prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de Cuadros.....	xi
Índice de Anexos.....	xiii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	1
3932161.0 LÍMITES DEL ESTUDIO.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.0.0 Objetivo general.....	2
1930431049.0.0 Objetivo específico.....	3
	3
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
1.1 MÉTODOS PARA SEPARACIÓN DE FASES EN FLUIDOS.....	5
786481.0 ULTRAFILTRACIÓN.....	7
.....	8
2.1 ELABORACIÓN DE SORBETES.....	8
2.1.1 Dificultades.....	9
2.1.2 Toma de muestras.....	
2.1.3 Tolerancia microbiológica.....	10
2.4. ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN CON EL CONSUMIDOR.....	10
	10
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
3.1 ULTRAFILTRACIÓN.....	11
3.1.1 Materia prima.....	12
3.1.2 Equipo.....	12
3.1.3 Método.....	12

3.2	SORBETE.....	12
3.2.1	Materia prima.....	13
3.2.2	Materiales y equipo.....	13
3.2.3	Método.....	14
3.3	BEBIDA.....	14
3.3.1	Materia prima.....	15
3.3.2	Materiales y equipo.....	15
3.3.3	Método.....	16
3.4	ANÁLISIS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.....	
3.5	ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN.....	17
3.6	ANÁLISIS DE COSTOS.....	17
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	18
4.1	ULTRAFILTRACIÓN.....	20
4.1.1	Análisis técnico.....	21
4.1.2	Análisis químico y microbiológico.....	21
4.1.3	Análisis de costos.....	22
4.2	SORBETE.....	23
4.2.1	Análisis técnico.....	24
4.2.2	Análisis químico y microbiológico.....	24
4.2.3	Análisis de aceptación.....	24
4.2.4	Análisis de costos.....	24
4.3	BEBIDA.....	26
4.3.1	Análisis técnico.....	26
4194771.0.0	Análisis químico y microbiológico.....	28
6881313.0.0	Análisis de aceptación.....	29
4.3.2	Análisis de costos.....	30
5.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	31
6.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	
7.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	
8.	<b>ANEXOS</b> .....	

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Procesos desarrollados para la concentración de proteínas.....	3
2.	Relación entre contenido de azúcar y ácido en una mezcla para sorbetes.....	6
3.	Ingredientes para mezcla base de un sorbete.....	7
4.	Tolerancia microbiológica para muestras de helados (UFC/g).....	9
5.	Formulaciones empleadas en la elaboración de sorbetes (%).....	13
6.	Formulación empleada en la elaboración de bebida a base de concentrado proteico de suero.....	14
7.	Análisis químicos realizados según AOAC (1990).....	15
8.	Resumen técnico de tres corridas de UF para 100 kg de suero.....	17
9.	Balance de masa y nutrientes para materia prima y productos de UF.....	18
10.	Composición química, pH y ATECAL de materia prima y productos de UF.....	19
11.	Resultado del conteo microbiano en la materia prima y productos de la UF (UFC/ml).....	20
12.	Sobreaumento alcanzado en la elaboración de sorbetes.....	21
13.	Composición química, contenido calórico y pH de sorbetes.....	22
14.	Resultados de análisis microbiológicos de sorbetes (UFC/g).....	23
15.	Resultados de encuesta de aceptación para sorbetes (%).....	23
16.	Composición química y pH de bebida.....	25

17.	Ingesta de bebida para suplir el requerimiento total de proteína de cinco grupos poblacionales.....	25
18.	Resultados de análisis microbiológica de la bebida (UFC/ml).....	26

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo

1.	Sistema de UF.....	31
2.	Tabla recolectora de datos en encuesta de aceptación para sorbetes.....	32
3.	Tabla recolectora de datos en encuesta de aceptación para bebida.....	32
4.	Datos técnicos de tres corridas de UF para 100 kg de suero.....	33
5.	Resultado completo de balance de materia, composición química, ATECAL y pH de materia prima y productos de UF.....	33
6.	Análisis de costos para la producción de concentrado proteico mediante ultrafiltración del suero dulce de queso.....	35
7.	Análisis de costos para sorbete a base de concentrado proteico.....	36
8.	Retorno (%) sobre costos a seis niveles de costos y precios unitarios (Lempiras) de sorbete a base de concentrado.....	37
9.	Análisis de costos para sorbete control.....	38
10.	Retorno (%) sobre costos a seis niveles de costos y precios unitarios (Lempiras) de sorbete.....	39
11.	Comparación de la bebida contra siete productos reconstituidos del mercado.....	40
12.	Análisis de costos de bebida.....	41
13.	Retorno (%) sobre costos a seis niveles de costos y precios unitarios (Lempiras) para la bebida.....	42

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El suero de queso es un efluente de difícil manejo y un poderoso contaminante de las aguas por su alta demanda biológica de oxígeno (50,000 ppm). La contaminación de una planta productora de quesos es comparada por Cheryan (1989) con la contaminación que produciría una población de 600 personas.

Según Andrade (1999) en países desarrollados el suero se deshidrata para utilizarlo en formas diversas. Se puede encontrar en el mercado en polvo, concentrado y aislados proteicos, los cuales se utilizan en formulaciones de bebidas, productos lácteos y extensores de carnes.

A pesar que la proteína del suero es de mejor calidad que la caseína, actualmente en la Planta de Procesamiento de Productos Lácteos de Zamorano este efluente es desechado o a veces transferido para el consumo de cerdos, desperdiciando así el alto valor nutricional de su proteína. Este está dado por la  $\alpha$ -lactoalbúmina y la  $\beta$ -lactoglobulina, que constituyen el 80% de la proteína presente en el suero. La caseína, que representa el 78% de la proteína de la leche, según indica Revilla (1996), es ligeramente deficiente en los aminoácidos azufrados (metionina y cisteína); mientras que las proteínas del suero, que representan un 17% del total de la proteína de la leche poseen mayor cantidad de estos aminoácidos, por lo cual su valor biológico es de 1.0, superior al 0.8 de la caseína comparándolos con el valor biológico de 1.0 de la proteína del huevo.

### 1.2. JUSTIFICACIÓN

En vista que Zamorano no cuenta con el equipo ni el volumen de producción de suero para darle a éste un tratamiento de secado, se optó por utilizar el método de ultrafiltración (UF) para concentrar la proteína que posee. La UF es un proceso relativamente económico si se compara con otros procesos, que utilizan membranas para separar las fases de los fluidos, como la ósmosis reversa y la nanofiltración. Como resultado del proceso de UF se producen dos fluidos: el concentrado proteico y el ultrafiltrado.

Desde 1998 Zamorano inició el proyecto de UF del suero dulce de queso zamorela. El proyecto surgió como una alternativa para aprovechar el suero de queso mediante la

concentración de la proteína a través de una membrana de polisulfona. Con dos proyectos especiales anteriores, Revelo (1998) y Andrade (1999) estudiaron el proceso de UF y cuantificaron aspectos como composición química de los productos, tiempo de UF, balance de materiales, temperatura, apertura de válvula de entrada y flujo del ultrafiltrado. Utilizando el proceso de UF se logra concentrar la proteína del suero de 0.7-0.8% a 4.0-5.0%, permitiendo darle múltiples usos al concentrado proteico y explorar alternativas de uso del ultrafiltrado también.

En el presente trabajo se estudió la aplicación del concentrado proteico, obtenido por UF del suero de queso, en la elaboración de un sorbete y una bebida nutritiva. De esta manera se le dará un valor agregado a este subproducto de la industria quesera, que de otra manera sería descartado o subutilizado. Esto constituiría un paso firme hacia la reducción de contaminantes en las aguas negras de la institución.

### **1.3. LÍMITES DEL ESTUDIO**

- No contar con un sorbete comercial que sirviera como control contra el cual comparar el elaborado en este trabajo.
- No contar con máquinas para elaborar helados que mantengan un sobreabundamiento constante.

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Elaborar dos productos a base de concentrado proteico del suero de queso: un sorbete y una bebida.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Desarrollar formulaciones para la elaboración de un sorbete y una bebida a base de concentrado proteico del suero.
- Analizar química y sensorialmente los productos obtenidos.
- Evaluar la estabilidad física y microbiológica de los productos obtenidos.
- Realizar un análisis de costos de los productos elaborados.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. MÉTODOS PARA SEPARACIÓN DE FASES EN FLUIDOS

El suero de leche contiene cantidades muy bajas de sólidos totales, menos de 6% señala Andrade (1999), lo cual es insuficiente para elaborar cualquier producto con un valor nutritivo aceptable. Dentro de los sólidos totales en el suero el componente a aprovechar es la proteína, para lo cual es necesario concentrarla ya que el suero contiene menos del 1% de proteína (Harper, 1991).

Para concentrar la proteína del suero se han aplicado varias técnicas que difieren básicamente en el tamaño de los poros de la membrana utilizada (Cuadro 1).

Cuadro 1. Procesos desarrollados para la concentración de proteínas.

PROCESO PARA CONCENTRAR LA PROTEÍNA	PESO MOLECULAR RETENIDO	COMPONENTES RETENIDOS
Ósmosis reversa	<100	Todos excepto el agua
Nanofiltración	<100 - 1,000	Todos excepto el agua y algunos iones
UF	<1,000 - 100,000	Proteínas, lípidos, bacterias
Microfiltración	<100,000 – 500,000	Lípidos, bacterias, proteínas de peso molecular alto

Tomado de Harper (1991).

“La ósmosis reversa utiliza membranas muy estrechas y altas presiones de operación para separar el agua de todos los demás componentes del suero” (Harper, 1991). El mismo autor señala que este método es generalmente utilizado para concentrar el suero a una relación de 2:1.

Harper (1991) menciona que la nanofiltración depende de membranas que repelen selectivamente ciertos iones, basándose en la carga que éstos posean. El mismo autor señala que el concentrado producido es casi totalmente desmineralizado, sin embargo las membranas para este proceso son complejas e incluyen una película ultra fina formada por condensación en los microporos de polisulfona, lo que las hacen muy costosas.

La microfiltración (Harper, 1991), separa los microorganismos y lípidos produciendo así un concentrado con 50% de proteína y 0.11% de grasa. Sin embargo, el autor menciona que este método requiere de un descremado preliminar y una UF posterior a la microfiltración, además es un proceso que está todavía en desarrollo.

## 2.2. ULTRAFILTRACIÓN

Señala Harper (1991) que la UF se estableció desde 1981 como el proceso principal para la concentración de suero, además menciona los siguientes factores que hacen de la UF el proceso preferido:

- Desarrollo de membranas robustas, sintéticas, de fácil limpieza y con propiedades uniformes.
- Desarrollo de equipo que permite operación continua.
- Bajos costos de operación.
- Requiere menos presión que la ósmosis reversa.
- Bajos costos de producción para los productos.
- Combinada con diafiltración permite alcanzar mayores concentraciones de proteína.

A pesar de las múltiples ventajas de la UF, Harper (1991) apunta las siguientes desventajas de este proceso:

- Posible descomposición microbiana de la membrana.
- Vida útil de la membrana afecta enormemente el costo.
- Permeabilidad decrece con el tiempo.
- Agentes limpiadores deben ser libres de hierro y sílica.

Conforme a Harper (1991), la UF es un proceso físico-químico de separación en el cual una solución presurizada fluye sobre una membrana porosa. El autor apunta que el agua y solutos de bajo peso molecular pasan, influenciados por la presión, a través de la membrana a formar el **ultrafiltrado**; mientras que las proteínas son retenidas por la membrana y se van concentrando junto con glóbulos grasos, bacterias y suspensiones de sólidos para formar el **concentrado**.

El ultrafiltrado es la solución pasante de la membrana, rica en vitaminas y minerales. El concentrado es rico en proteínas, que no atraviesan la membrana. Hung y Zayas (1992) indican que estas proteínas están compuestas por lo menos de cinco elementos:  $\alpha$ -lactoalbumina,  $\beta$ -lactoglobulina, seroalbumina bovina, inmunoglobulina y péptidos proteicos; los tres primeros componen el 80-90% del total de proteína. Morr et al. (1985) reportan que este complejo proteico contiene 6.6% de cenizas y 0.11% de lípidos.

Debido al alto contenido bacterial del concentrado, Morr (1987) sostiene que un tratamiento de pasteurización, a alta temperatura por corto tiempo, es necesario para mantener una calidad microbiológica aceptable y una vida útil relativamente prolongada

de esta materia prima. Kim et al. (1989) manifiestan que un precalentamiento previo a la UF puede mejorar el desempeño del proceso haciéndolo más rápido. Sin embargo, señalan que hay una reducción del 10% en la cantidad de proteína concentrada y del 40% de fósforo, un aumento en pH de 6.4 a 6.9 y una reducción de la turbidez del concentrado de más de 2.0 a 0.05 por la remoción de coloides.

### **2.3. ELABORACIÓN DE SORBETES**

Madrid y Cenzano (1995) clasifican los helados en dos grandes grupos: los helados de agua y los helados de leche. Los primeros incluyen los granizados y sorbetes que tienen como base el agua; mientras que los segundos son basados en leche u otro producto lácteo.

Los sorbetes y granizados, definen Madrid y Cenzano (1995), son productos resultantes de congelar una mezcla debidamente pasteurizada y homogeneizada de diversos productos con agua, y los dividen en: sorbetes que se presentan en estado sólido y granizados que se presentan en estado semi-sólido.

Debido a las características de la proteína del concentrado proteico es muy factible la elaboración de ciertos productos que requieran de una estabilidad a pH bajos y cierta viscosidad, tal es el caso de los sorbetes con sabores a frutas tropicales ácidas. Arbuckle (1977) define al sorbete como un producto congelado hecho de azúcar, agua, fruta, ácido, color, saborizantes, leche entera, leche condensada o mezcla para helados. Señala Arbuckle (1977) las siguientes diferencias del sorbete respecto al helado:

- Mayor acidez expresada como ácido láctico (ATECAL), al menos 0.35%.
- Mucho menor sobreabundamiento, usualmente 25-45%.
- Mayor cantidad de azúcar, casi el doble de un helado.
- Textura más gruesa, por formación de cristales.

Los sorbetes pueden ser saborizados con productos naturales o artificiales, dentro de los cuales los sabores ácidos como los cítricos son populares. Los sorbetes de cítricos deben contener por lo menos un 2% de fruta, mientras que otras frutas deberían tener por lo menos un 10% (Arbuckle, 1977). El mismo autor recomienda que del total de azúcar, el cual varía entre 24-35%, la sacarosa sea reemplazada en un 20-25% por dextrosa para mejorar las cremosidad del producto congelado. También recomienda que se usen gomas viscosas, como las elaboradas base de gelatina, para evitar que se precipite el estabilizador.

Un buen sorbete, según Arbuckle (1977), puede ser elaborado con 4-5% de sólidos provenientes del suero. Estos sorbetes poseen cuerpo y textura suave y son más refrescantes que los sorbetes hechos a base de sólidos de la leche o mezcla para helados. Esto se debe a las características de la proteína del suero que tienden a aportar cremosidad al producto.

Arbuckle (1977) lista los siguientes factores claves en la elaboración de un sorbete:

- **Azúcar.** En general los sorbetes contienen de 25-35% de azúcar, el doble de un helado tradicional. Un exceso de azúcar resulta en un producto suave, por el contrario una deficiencia de azúcar, produce un producto duro. La cantidad de sacarosa debe ser la mínima para darle la dulzura deseada, dándole así un punto de descongelado mayor. La cantidad de jarabe de maíz, azúcares invertidas o azúcar de maíz debe ser un tercio de la cantidad de sacarosa. Este azúcar reduce la tendencia a producir una costra en la superficie. La cantidad de azúcar que aporten las frutas agregadas al sorbete debe ser conocidas, ya que conociendo el contenido de azúcar se puede controlar la firmeza del sorbete.
- **Estabilizadores.** La mayoría de estabilizadores usados en helados pueden ser utilizados en sorbetes. La cantidad de estabilizador requerida varía según el tipo, siendo aproximadamente como sigue: gelatina (200 “Bloom”) 0.45%, goma CMC 0.20%, pectina 0.18%, algina 0.20%, goma de carob 0.25%; siendo gelatina y pectina los más utilizados. Los mejores resultados se obtienen cuando se mezclan dos de estos estabilizadores. El estabilizador en sorbetes juega un papel aún más importante que en helados por el mayor peligro de que se separe el azúcar.
- **Acidez.** El ácido cítrico es el acidificante más usado en la elaboración de sorbetes. La cantidad de ácido a agregar depende de la fruta utilizada y el contenido de azúcar total en la mezcla (Cuadro 2).

Cuadro 2. Relación entre contenido de azúcar y ácido en una mezcla para sorbetes.

Contenido de azúcar (%)	Ácido cítrico (%)
25 – 30	0.36
30 – 35	0.40
35 – 40	0.50

Tomado de Arbuckle (1977). Adaptado por el autor.

- **Sobreaumento.** El enfriamiento del sorbete es similar al de un helado, sin embargo sólo debe producir un sobreaumento de 30-40%. El sobreaumento determina la firmeza del sorbete, mayor sobreaumento provee textura espumosa y menor sobreaumento, una textura dura.
- **Preparación de la mezcla base.** La mezcla base se prepara añadiendo lentamente los ingredientes secos a una parte del agua, evitando la formación de grumos. Se recomienda utilizar calor, especialmente cuando se trabaja con estabilizadores como gelatina o agar-agar. La pasteurización es opcional y la homogeneización es poco práctica. La mezcla debe ser enfriada antes de agregar otros ingredientes. La maduración es necesaria sólo si se utilizan gelatinas o agar-agar en el estabilizador,

en este caso se debe madurar por 12-24 h. En este momento la mezcla está lista para agregarle el resto de los ingredientes. Por cada 80 kg de mezcla base (Cuadro 3) deben agregarse suficiente colorante, saborizantes y agua para completar 100 kg.

Cuadro 3 . Ingredientes para mezcla base de un sorbete.

Ingredientes	Cantidad (kg)
Sucrosa (caña o remolacha)	21 – 35
Glucosa, azúcar invertida o azúcar de maíz	7 – 9
Estabilizador	0.4 – 0.6
Leche	35 – 40*
Agua	Suficiente para completar 80 kg de mezcla.

\*Se debe agregar lo suficiente para proveer 5 kg de sólidos de leche en la mezcla final de 100 kg de sorbete.

Tomado de Arbuckle (1977). Adaptado por el autor.

Madrid y Cenzano (1995) señalan que la homogeneización se debe dar entre 4-5°C por un período de 3-4 horas, donde no existe peligro de desarrollo microbiano por la baja temperatura. Durante este período se logran cambios en:

- Cristalización de la grasa.
- Las proteínas y estabilizadores tienen tiempo de absorber agua, para mejorar la consistencia.
- La mezcla absorberá mejor el aire en la mezcla.
- Se obtendrá mejor resistencia al derretimiento.

Madrid y Cenzano (1995) indican que el batido de la premezcla juega un papel muy influyente en las características finales del sorbete, mediante dos funciones:

- Incorporación de aire por agitación vigorosa de la mezcla hasta conseguir el cuerpo deseado.
- Congelación rápida del agua de la mezcla de forma que se formen pequeños cristales.

Si el enfriamiento es lento se formarán cristales grandes, advierten los mismos autores; por ello se prefiere congelar rápido durante el batido para que cuando lleguen a los cuartos fríos ya estén en la temperatura adecuada para almacenamiento.

### 2.3.1. Dificultades

Arbukle (1977) enumera las siguientes dificultades que se presentan en la elaboración de los sorbetes.

- Control del sobreabundamiento. El sobreabundamiento de 35-45% no es fácil de conseguir especialmente si se usa gelatina como estabilizador sin modificar el método de enfriamiento.

- Excesiva dureza. La dureza puede ser controlada manteniendo el azúcar en un 28-32%; usando un cuarto de glucosa; usando el estabilizador adecuadamente; y mercadearlo rápidamente. La dureza excesiva también se puede dar con sólidos totales bajos, si es que la temperatura del cuarto frío es muy alta o por mal manejo del producto.

Adicionalmente Pearson (s.f.) señala las siguientes dificultades.

- Separación de fases. Caracterizado por la formación de una capa dura en el fondo del recipiente. Esto es provocado por un exceso de azúcar, temperaturas en el cuarto frío muy altas o poco estabilizador.
- Cuerpo pegajoso. Dado por exceso de estabilizador o por bajo sobreamiento.

### **2.3.2. Toma de muestras**

Madrid y Cenzano (1995) definen una muestra como la parte del producto que se toma para analizar y que es representativa de todo el producto. Señalan que el número de muestras a tomar por lote de fabricación debe ser completamente al azar y puede ir de 5 a 10 por lote elaborado en una jornada de 8 horas. En el caso de heladerías de menor escala, una sola muestra puede ser tomada por cada producto; pero incluso en estos casos se deben tomar submuestras para completar una muestra representativa. Las muestras deben ser recogidas en su envase original, si es que aplica, o en recipientes limpios, secos, cerrados y previamente esterilizados.

### **2.3.3. Tolerancia microbiológica**

Como tolerancia microbiológica se entiende el número máximo aceptable de cada tipo de microorganismos en la muestra, pasado este número se considera que el producto original no es apto para el consumo humano y debe rechazarse (Madrid y Cenzano, 1995). Existen tolerancias diferentes para productos pasteurizados y para productos pasteurizados con adición de productos no pasteurizados, como el caso en que se agreguen a la mezcla frutas que no son previamente pasteurizadas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tolerancia microbiológica para muestras de helados (UFC/g).

Tipo de microorganismo	Pasteurizados				Pasteurizados con aditivos no pasteurizados			
	n	C	m	M	n	c	M	M
	5	2	100,000	300,000	5	2	200,000	500,000
Aerobios mesófilos	5	2	100	200	5	2	200	400
Enterobacterias lactosa positiva	5	2	0	5	5	2	0	5
<i>Escherichia coli</i>	5	1	10	100	5	1	10	100
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	0	0	0	5	0	0	0
<i>Salmonella</i>	5	0	0	0	5	0	0	0
<i>Shigella</i>								

UFC = Unidades Formadoras de Colonias

n = Número de muestras a tomar de un mismo lote.

c = Número de muestras que puede rebasar el valor m sin rebasar el valor M.

m = Tolerancia microbiológica que no puede exceder ninguna de las n-c muestras.

M = Tolerancia microbiológica que no puede exceder ninguna de las c muestras.

Tomado de Madrid y Cenzano (1995), de acuerdo a las normas del FDA.

## 2.4. ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN CON EL CONSUMIDOR

Según Resurrección (1998), la aceptación de un alimento por parte del consumidor se puede dar por experiencia positiva hacia el alimento y/o utilización del mismo (compra o consumo).

La medición de la aceptabilidad generalmente se hace por medio de una escala. Esta puede ser medida con solamente un producto y no requiere la comparación contra otro. Este tipo de prueba da una indicación de la aceptabilidad del producto basada en las características organolépticas del mismo. Sin embargo esta prueba no garantiza el éxito del producto en el mercado, ya que éste se basa más en aspectos como la propaganda que se le dé al mismo.

Resurrección (1998) enumera tres tipos de pruebas para medir la aceptabilidad del producto: por muestras apareadas, por clasificación jerárquica y por evaluación.

En las muestras apareadas se le pide al panelista o consumidor que muestre su aceptación o preferencia entre dos muestras. El método por clasificación jerárquica es en realidad una extensión del de muestras apareadas, ya que se dan a probar varias muestras y se le pide al panelista o consumidor que ordene las muestras según su preferencia. En el método por evaluación se caracteriza el producto a través de una escala según es percibido por el panelista o consumidor.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ULTRAFILTRACIÓN

##### 3.1.1. Materia prima

- Suero dulce de queso zamorela filtrado a través de tela triple y pasteurizado en placas. Este es obtenido a partir de la coagulación de leche pasteurizada y estandarizada al 2%, por medio de adición de cultivo láctico (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* y *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*). El desuerado se realiza luego de calentar la cuajada a 41°C por 15 minutos y dejar escurrir por 5 minutos. Se mantuvo en cuarto frío a 4°C hasta el momento de UF.

##### 3.1.2. Equipo

- Membrana A/G “Technology Co”, Modelo UFP-10-E-ITR; 7.6 x 63 cm; fibras hueca de polisulfona de 1 mm de diámetro; poros permiten el paso de moléculas con peso molecular menor a 10,000; área total 2.1 m<sup>2</sup>.
- Pasteurizador por tandas, “The Creamy Package MFG Co” capacidad de 200 L.
- Bomba centrífuga sanitaria L.C. Thomsen (Modelo #5); 1.49 kW; 230/460 volts; trifásica; 60 ciclos; 3500 rpm; aspas de 11 cm de largo; motor modelo 4800-25.
- Medidores de presión L.C. Thomsen (Modelo T3S-D-1½U-GF-BT-SS “clamps, 3.5 face”); de 0-689 kPa; de acero inoxidable y relleno de glicerina.
- Tuberías y codos de acero inoxidable.
- Termómetro.
- Baldes plásticos.
- Balanza Chatillon de 454 kg.
- Cronómetro.
- Manguera de plástico.
- Empaques.
- Mantas de tela.
- Soporte de membrana.

### 3.1.3. Método

Las pruebas de UF se efectuaron por triplicado siguiendo los siguientes pasos:

- a) Se ensambló el sistema de UF (Anexo 1).
- b) Se pesaron 100 kg de suero pasteurizado y se colocaron en el tanque de recirculación.
- c) Se calentó con agitación el suero hasta alcanzar 50°C.
- d) Se encendió la bomba centrífuga.
- e) Se recolectó todo el ultrafiltrado y se tomó el dato de peso total al final.
- f) Se registró a intervalos de 30 minutos la temperatura, flujo de ultrafiltrado y presión transmembrana, la cual se calculó de la siguiente manera:

$$Pt = \frac{Pe + Ps}{2}$$

Donde Pt = Presión transmembrana.

Pe = Presión de entrada a la membrana.

Ps = Presión de salida de la membrana.

- g) El proceso se detuvo al momento de alcanzar la concentración de 3% de proteína en el concentrado, medido a través de la Tasa de Concentración Volumétrica (TCV) o por el peso del ultrafiltrado, sabiendo que el producto de la concentración inicial por el volumen inicial es igual al producto de la concentración final por el volumen final. La TCV se calcula de la siguiente forma:

$$TCV = \frac{\text{kg de suero}}{\text{kg de concentrado proteico}}$$

- h) Se tomaron las muestras de ultrafiltrado, concentrado y suero para analizar.
- i) Se estimó la media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad para las siguientes variables medidas:
  - Presión transmembrana.
  - Temperatura.
  - Flujo de ultrafiltrado.
  - TCV.
  - Tiempo de UF.
  - Balance de materia.
  - Composición química.
  - Conteo microbiano.

## **3.2. SORBETE**

### **3.2.1. Materia prima**

- Concentrado proteico producto de la UF.
- Azúcar de caña.
- Estabilizador para sorbetes suaves de Sabores Cosco de El Salvador S.A. de C.V.
- Solución de ácido cítrico al 50% (P/P) .
- Leche descremada en polvo.
- Sabor artificial de fresa Sabores Cosco de El Salvador S.A. de C.V. Super Aroma de Fresa.
- Bolsas plásticas.
- Sabor natural de fresa Givaundan Raire (ingredientes: fresa, jarabe de fructosa, jarabe de maíz, agua, ácido cítrico, goma carob, benzoato de sodio, saborizante artificial y rojo #40).
- Agua filtrada.

### **3.2.2. Materiales y equipo**

- Balanzas de 27 kg y 1000 g.
- Marmita enchaquetada “Cleveland Range Co.” de 27 kg.
- Probeta de un litro.
- Agitador de acero inoxidable.
- Maquina para helados “Emery Thompson Machine & Suply Company” de 18 kg de capacidad.
- Cuartos fríos a 9°C y -12°C.

### **3.2.3. Método**

Se realizaron tres repeticiones, una con cada concentrado proteico producto de cada repetición de UF.

- a) Se pesaron los ingredientes según la formulación (Cuadro 5). Los ingredientes secos se mezclaron en una sola bolsa.

Cuadro 5. Formulaciones empleadas en la elaboración de sorbetes (%).

Ingredientes	Control	Tratamiento
Azúcar	19.50	22.13
Estabilizador	0.24	0.27
Leche descremada en polvo	5.76	2.30
Solución de ácido cítrico	0.48	0.48
Agua	62.91	19.47
Concentrado proteico de suero	0.00	44.26
Sabor natural de fresa	11.08	11.06
Sabor artificial de fresa	0.03	0.03
Total	100.00	100.00

- b) Se agregaron los ingredientes secos al concentrado proteico de suero y agua precalentados a 32°C, con agitación constante para evitar formación de grumos.
- c) Se pasteurizó la mezcla a 75°C por 30 minutos.
- d) Se maduró la mezcla en cuarto frío por 24 h.
- e) Se pesó una muestra de 220 ml de la premezcla para el cálculo del sobreamiento.
- f) Se introdujo la mezcla junto con el saborizante natural de fresa a la máquina para helados.
- g) Poco antes de sacar la mezcla se agregó la solución de ácido cítrico.
- h) Una vez alcanzado un sobreamiento de 40%, se envasó el producto en panas de 0.13 litros. El sobreamiento se estimó como la expresión porcentual de la diferencia en peso de un mismo volumen de premezcla y del sorbete.
- i) Se estimó la media, desviación estándar y coeficiente de variabilidad para las siguientes variables medidas:
  - Sobreamiento.
  - Características organolépticas: sabor, textura y apariencia.
  - Estabilidad física.
  - Estabilidad microbiológica evaluada por una prueba t.
  - Características químicas.

### 3.3. BEBIDA

#### 3.3.1. Materia prima

- Azúcar de caña.
- Cocoa al 10-12% de Givaundan Roure.
- Sal mineral.

- Leche descremada en polvo.
- Concentrado proteico producto de UF.

### 3.3.2. Materiales y equipo

- Marmita enchaquetada “Cleveland Range Co.” de 27 kg.
- Agitador de acero inoxidable.
- Homogenizador a 13.7 MPa.
- Balanzas de 27 kg y 1000 g.
- Probetas de un litro.
- Recipiente de acero inoxidable.
- Cuarto frío a 4°C.
- Bolsas plásticas.

### 3.3.3. Método

- a) Se pesaron los ingredientes según la formulación (Cuadro 6).

Cuadro 6. Formulación empleada en la elaboración de bebida a base de concentrado proteico de suero.

Ingredientes	%
Azúcar	6.50
Cocoa	1.00
Sal mineral	0.02
Leche descremada en polvo	0.48
Concentrado	92.00
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

- b) Se mezclaron los ingredientes secos, excepto la cocoa que se pesó por separado, en bolsas plásticas.
- c) Se precalentó el concentrado a 50°C.
- d) Se agregó la cocoa con agitación constante durante 5 minutos.
- e) Se agregó el resto de ingredientes.
- f) Se pasteurizó a 75°C por 30 minutos.
- g) Se homogeneizó a 13.79 kPa.
- h) Se enfrió a 4°C.
- i) Se tomaron muestras para análisis microbiológico y químicos.
- j) Se almacenó en el cuarto frío.

- k) Se trabajó a prueba y error con varias formulaciones hasta llegar a un producto con sabor aceptable y con características nutricionales atractivas. Se evaluó:
- Aceptabilidad del producto.
  - Estabilidad física y microbiológica a 1, 3, 6 y 12 días después de elaborado.
  - Características químicas.

### 3.4. ANÁLISIS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

Se tomaron muestras del suero, concentrado, ultrafiltrado, bebida y sorbetes para ser analizados (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis químicos realizados según AOAC (1990).

COMPONENTE	MÉTODO UTILIZADO
Humedad	Horno a 105°C
Cenizas	Incineración a 580°C
Proteína cruda	Kjeldahl (N x 6.38)
Grasa	Babcock (modificado para helados)
Azúcar	Carbohidratos totales con fenol – ácido sulfúrico
PH	Potenciómetro

Para la evaluación microbiológica se hizo conteos de mesófilos aeróbicos y coliformes con medios PCA y VRBA, respectivamente.

### 3.5. ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN

Para el sorbete se realizaron encuestas descriptivas de aceptación con preguntas estructuradas, en el Puesto de Ventas de Zamorano (Anexo 2). Previo a la prueba se explicó al entrevistado la diferencia básica entre el sorbete y un helado; esto debido al desconocimiento local que existe respecto al sorbete. Igualmente se le explicó que el producto contiene proteína de mejor calidad que la caseína y presenta menor cantidad de grasa.

En el caso de la bebida se utilizó encuestas descriptivas de aceptación con una pregunta estructurada (Anexo 3). Se explicó la naturaleza del producto: elaborado a base de concentrado proteico y su bajo contenido de grasa.

Se pretendía evaluar la aceptación potencial de los productos en el mercado, usando Chi-cuadrado para analizar los datos.

### **3.6. ANÁLISIS DE COSTOS**

Se tomó como base un Modelo de la Planta de Lácteos para estimar los costos variables, costos fijos y los costos indirectos de fabricación.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ULTRAFILTRACIÓN

#### 4.1.1. Análisis técnico

La UF presentó básicamente dos problemas:

- Se trabajó con la válvula totalmente abierta (8/8) ya que la recomendación de Andrade (1999) de 6/8 no generó presiones adecuadas. Esto se pudo deber a que el tanque usado por Andrade fue de 25 kg de capacidad, con base cónica, diámetro menor y con la salida en la base; el tanque utilizado en el presente estudio fue de 200 kg de capacidad, base plana, diámetro mayor y con la salida a un lado del mismo. Esta situación permitió a Andrade mantener presiones mayores ya que el volumen de concentrado se va reduciendo por la UF, la altura del mismo en el tanque se va reduciendo al punto en que la bomba succiona aire ayudado por la turbulencia generada por la recirculación del concentrado. Esto provoca caídas en presión y es un factor que deteriora la bomba y hace menos eficiente la UF.
- A pesar que la presión transmembrana y la temperatura fueron constantes, el flujo de ultrafiltrado presentó una variabilidad del 16% (Cuadro 8), no existen antecedentes comparativos referentes a esta variabilidad. Sin embargo Andrade (1999) reportó una disminución del 79% en promedio en el flujo al final, en el presente estudio la disminución fue del 70% en promedio, lo que indica una disminución aceptable.

Cuadro 8. Resumen técnico de tres corridas de UF para 100 kg de suero.

Parámetro	Presión transmembrana (kPa)	Temperatura (°C)	Flujo de ultrafiltrado (l/m <sup>2</sup> /h)	Tiempo de UF (h)	TCV
Repetición 1	112.6	51	3.81	6.0	5.4
Repetición 2	115.7	53	5.31	4.5	5.3
Repetición 3	113.1	51	4.69	5.0	5.9
Media	113.8	52	4.6	5.2	5.54
DE	1.7	0.7	0.8	0.9	0.25
CV (%)	1	1	16	17	4.5

TCV= Tasa de concentración volumétrica.

La presión transmembrana determina el flujo de ultrafiltrado, ya que a mayor presión transmembrana mayor flujo de ultrafiltrado; sin embargo otros factores como la obstrucción de los poros de la membrana, pueden afectarlo. En este sentido la limpieza escrupulosa de la membrana después del proceso es vital para asegurar una buena filtración. En promedio este flujo fue de 4.6 L/m<sup>2</sup>/h (Cuadro 8), la máxima de 13.33 L/m<sup>2</sup>/h y la mínima de 3.81 L/m<sup>2</sup>/h (Anexo 4), similares a los reportados por Andrade (1999) de 13.72 y 3.75 máximo y mínimo respectivamente.

La temperatura recomendada por Andrade (1999), 50°C, fue mantenida durante la corrida gracias al tanque enchaquetado usado para la recirculación (Anexo 1). Esta temperatura garantizó que la proteína no sufriera desnaturalización por altas temperaturas (Cuadro 8).

Los tiempos de UF fueron mucho más prolongados que los que reportó Andrade (1999). Esto ocurrió en respuesta a que en este estudio se utilizó 300% más de suero y al reducido flujo de ultrafiltrado, por cambios en las condiciones del proceso.

La TCV en este estudio fue de 5.54 en promedio, tasa que nos permitía teóricamente producir un concentrado con alrededor del 3% de proteína deseado. Andrade (1999) llegó a TCVs de 8.4 en promedio logrando un concentrado con 4.9% de proteína.

#### 4.1.2. Análisis químico y microbiológico

El balance de materia presentó pérdidas pequeñas (Cuadro 9) que se pueden deber a:

- Pérdidas al momento de recolectar los productos para ser pesados.
- Error por baja sensibilidad de la balanza.
- Retención de partículas en los poros de la membrana. Estas partículas pueden incluir proteína y grasa que se adhieren a las paredes internas de la membrana. Esto concuerda con lo mencionado por Kim et al. (1989), ellos reportan que al calentar el suero se producen pérdidas del 10% en proteína.

Cuadro 9. Balance de masa y nutrientes para materia prima y productos de UF.

Componente	Masa (kg)	Proteína(g)	Grasa (g)	Cenizas (g)	CHOs (g)
Suero	100.0	760.0	620.0	510.0	5150.0
Concentrado	18.1	496.0	456.0	94.0	979.0
Ultrafiltrado	81.1	211.0	41.0	405.5	4266.0
Pérdida (%)	0.8	7.0	20.0	2.0	2.0

CHOs = carbohidratos totales

La pérdida de proteína fue sólo del 7% y esto es muy aceptable. Si la pérdida de masa que se dio (0.8 kg) fuera de concentrado exclusivamente, eso significaría que 22 g de proteína se perdieron en esa fracción. El resto de proteína perdida (31 g) debió estar adherida a las paredes internas de la membrana, provocando lo que se llama el “ensuciamiento de la membrana” y que afecta al proceso de UF.

La grasa fue el componente con más pérdidas (Cuadro 9). Probablemente por adhesión a la capa de proteína pegada a la membrana o por ser menos densa y se pudo perder al momento de recolectar los productos por la salida del tanque de recirculación. Las cenizas y los azúcares se recuperaron casi totalmente (Cuadro 9), debido a que su tamaño pequeño les permiten atravesar la membrana y colectarse en el ultrafiltrado.

Los sólidos totales del suero y ultrafiltrado coinciden con los de Andrade (1999); sin embargo en el concentrado proteico del presente estudio, como ya se explicó, se llevó a casi 3% de proteína y por eso el porcentaje de ST fue menor. Esto fue debido a que los productos a elaborar no demandaban concentraciones mayores de proteína, así se evitó corridas innecesariamente más largas. Sin embargo, se logró concentrar el suero de 0.76% de proteína hasta 2.74% de proteína, lo que representa un incremento del 261%.

Las cenizas y el azúcar presentan concentraciones muy similares en el suero, concentrado y ultrafiltrado (Cuadro 10) coincidiendo con lo que reportó Andrade (1999). A pesar de que más del 80% de minerales y azúcares presentes en el suero pasan al ultrafiltrado, estas cantidades absolutas se diluyen por el volumen enorme de ultrafiltrado y determinan esas concentraciones.

Cuadro 10. Composición química, pH y ATECAL de materia prima y productos de UF.

Componente		%						pH
		ST	Cz	Proteína	Grasa	CHOs	ATECAL	
Suero	Media	6.43	0.51	0.76	0.62	5.15	0.10	6.11
	DE	1.48	0.02	0.16	0.10	1.30	0.02	0.22
	CV (%)	23.04	3.92	20.81	16.88	25.27	14.78	3.65
Concentrado	Media	8.66	0.52	2.74	2.52	5.41	0.12	6.30
	DE	1.49	0.07	0.55	0.44	0.86	0.01	0.24
	CV	17.15	14.27	20.21	17.36	15.87	8.33	3.84
Ultrafiltrado	Media	6.02	0.50	0.26	0.05	5.26	0.08	6.21
	DE	1.13	0.04	0.02	0.00	1.07	0.02	0.23
	CV (%)	18.73	7.52	9.00	0.00	20.28	18.33	3.63

CHOs = carbohidratos totales

Cz = cenizas

ST = sólidos totales (100 - humedad)

El ultrafiltrado presentó 0.05% de grasa este valor se repitió de igual manera en las tres réplicas (Anexo 5). Esto difiere de lo encontrado por Revelo (1998) y Andrade (1999)

quienes reportaron cero por ciento de grasa en el ultrafiltrado. Esta diferencia se puede deber a la implementación de un método de Babcock modificado, el cual emplea ácido acético antes de quemar la muestra con ácido sulfúrico, lo cual permite mayor sensibilidad.

El ATECAL (Acidez Titulable Expresada Como Ácido Láctico) fue menor en el ultrafiltrado y mayor en el concentrado (Cuadro 10). Esto se puede deber a la carga microbiológica del concentrado la cual es mayor que la del ultrafiltrado y que pudo seguir produciendo acidez (Cuadro 11).

Los resultados de los análisis microbiológicos resultaron satisfactorios ya que no se encontró ningún microorganismo indicador de contaminación fecal (coliformes) y el conteo general de mesófilos fue muy bajo (Cuadro 11). Incluso estos conteos cumplen con los requerimientos expuestos por Madrid y Cenzano (1995) para helados (Cuadro 4). Igualmente, según Revilla (1996) el conteo satisface los requerimientos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) para leche certificada tipo A, el cual es de menos de 500 UFC/ml. Esta situación es reflejo de la pasteurización previa que se le da al suero y posiblemente por las temperaturas sostenidas por tiempo prolongadas del proceso de UF.

Cuadro 11. Resultado del conteo microbiano en la materia prima y productos de la UF (UFC/ml).

R	Suero		Concentrado		Ultrafiltrado	
	PCA	VRBA	PCA	VRBA	PCA	VRBA
1	100	0	87	0	4	0
2	59	4	13	0	5	0
3	61	0	120	0	17	0

R = repetición  
PCA = "Plate Count Agar"  
VRBA = "Violet-Red-Bile-Agar"

Estos resultados difieren de los de Andrade (1999), ya que este autor reporta un suero pasteurizado con cero conteo en el medio PCA. Los datos obtenidos por este autor son poco frecuentes ya que en la pasteurización no se elimina el cien por cien de los microorganismos existentes, aunque sí el cien por cien de aquellos que son patógenos.

#### 4.1.3. Análisis de costos

El costo de producir 1 kg de concentrado proteico fue de L.16.43 (Anexo 6). Este dato difiere del de Andrade (1999) por sólo 44 centavos de lempira, menos del 2%, sin embargo el estudio de Andrade fue con 25 kg y el presente estudio fue con 100 kg. Esta diferencia en costo se debe a que los costos de mano de obra directa se duplicaron en

respuesta a la prolongación de la UF y por ser los costos de mano de obra directa el 60% de los totales tienen una repercusión fuerte sobre los mismos. Además el nuevo modelo de costeo de la planta es más completo y actualizado que el utilizado por Andrade.

El costo del concentrado puede ser reducido si se incrementa el volumen de suero inicial. Esto es cierto ya que la mano de obra y los costos fijos están primeros en la estructura de costos, 16% y 40% respectivamente. Al incrementar el volumen de suero se diluyen los costos de mano de obra y con éstos los costos fijos, que se reparten de acuerdo a los primeros.

## 4.2. SORBETE

### 4.2.1. Análisis técnico

El manejo del sorbete no fue diferente al manejo de un helado, por lo cual no se observaron problemas con equipo o materiales. Sin embargo el sorbete presenta un punto de derretimiento menor causado por el contenido bajo de sólidos de leche. Esta situación es igualmente reportada por Arbuckle (1977).

El control del sobreabundamiento es crítico ya que provoca separación de fases, como indica Pearson (s.f.), especialmente en el caso del sorbete a base de concentrado proteico. Esto se debe a que las proteínas del suero poseen excelentes características espumantes. Es por eso que el tiempo de batido en la máquina para helados se redujo de 20 minutos (en un helado) a 10 minutos en el sorbete control y a 5 minutos en el sorbete a base de concentrado proteico (Cuadro 12). En ambos sorbetes se alcanzó sobreabundamientos de alrededor de 40%, característico de este tipo de producto como lo indica Arbuckle (1977).

Cuadro 12. Sobreabundamiento alcanzado en la elaboración de sorbetes.

Sorbete	Tiempo (minutos)	Sobreabundamiento (%)
Control	10.0	40
A base de concentrado	5.2	41

El agregar el ácido hasta el final del congelamiento en la máquina para helados fue necesario, ya que el calentar la mezcla junto con el ácido evitó que se diera el sobreabundamiento. Esto se debe a que al calentar el estabilizador junto al ácido reduce la eficiencia del primero. Esta situación fue igualmente reportado por Pearson (s.f.).

La estabilidad física del helado no se vio alterada por el tiempo en almacén. No se observaron cambios en color ni separación de fases en ningún momento.

#### 4.2.2. Análisis químico y microbiológico

De acuerdo a su composición química (Cuadro 13) los sorbetes cumplen con los estándares indicados por Madrid y Cenzano (1995) y con los de Arbuckle (1977) que caracterizan un sorbete.

La variabilidad en los resultados del análisis químico es mayor en el contenido de grasa y proteína, esto se debe a la variabilidad del concentrado proteico (Cuadro 13) el cual comprende 44% de la mezcla (Cuadro 5).

El sorbete a base de concentrado mostró una textura más suave que la del sorbete control producto de su contenido (Cuadro 13) y tipo de proteína, la cual da sensación a grasa.

Cuadro 13. Composición química, contenido calórico y pH de sorbetes.

	Repetición	%					pH	Cal/100 g
		ST	Cz	PC	Grasa	CHOs		
Sorbete	1	33.14	0.65	2.05	0.70	33.35	4.05	148
	2	33.39	0.57	3.24	0.50	25.48	4.09	119
	3	32.08	0.74	2.09	0.35	37.97	4.06	163
	Media	32.87	0.65	2.46	0.52	32.27	4.07	144
	DE	0.69	0.09	0.68	0.18	6.32	0.02	22.32
	CV (%)	2.12	13.02	27.47	33.99	19.57	0.51	15.55
Control	Media	35.53	0.52	3.41	0.10	30.42	4.10	136

ST = sólidos totales (100 - humedad)

CHOs = carbohidratos totales

Cz = cenizas

Un helado posee la mitad del azúcar que el sorbete y más del 200% más de grasa. Por esto un helado posee casi 45% más calorías que los sorbetes aquí elaborados. Esta podría ser una alternativa para los consumidores que gustan de los productos helados pero no desean consumir grasa.

La calidad microbiológica de los sorbetes (Cuadro 14) no presentó diferencia significativa ( $P=0.90$ ) entre control y experimental, ni a través del tiempo. Esto es en respuesta a la pasteurización y a las bajas temperaturas de almacenamiento del producto final. La calidad microbiológica cumplió con los estándares que recomienda Madrid y Cenzano (1995) para mesófilos aerobios y coliformes en helados (Cuadro 4).

Cuadro 14. Resultados de análisis microbiológicos de sorbetes (UFC/g).

Días después de elaborado	PCA				VRBA			
	1	7	14	21	1	7	14	21
Sorbete a base de concentrado	290 <sup>a</sup>	460 <sup>a</sup>	210 <sup>a</sup>	110 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
Sorbete control	380 <sup>a</sup>	270 <sup>a</sup>	510 <sup>a</sup>	350 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>

RVBA = “Violet-Red-Bile-Agar”.

PCA = “Plate Count Agar”.

<sup>a</sup> No significativo (P>0.90)

#### 4.2.3. Análisis de aceptación

Los sorbetes tuvieron buena aceptación por parte de los consumidores. Más del 80% de los encuestados clasificaron el sabor, textura y apariencia de los sorbetes entre bueno y muy bueno (Cuadro 15).

Cuadro 15. Resultados de encuesta de aceptación para sorbetes (%).

Calificación	Sabor		Textura		Apariencia	
	Ctrol <sup>a</sup>	Conc <sup>a</sup>	Ctrol <sup>a</sup>	Conc <sup>a</sup>	Ctrol <sup>a</sup>	Conc <sup>a</sup>
Muy bueno	37.1	42.7	36.5	38.0	49.7	47.9
Bueno	50.9	41.0	41.9	37.6	43.1	38.0
Regular	9.6	12.8	13.2	17.9	6.0	11.1
Malo	2.4	3.0	4.8	4.7	1.2	1.3
Muy malo	0	0.4	3.6	1.7	0	1.7

<sup>a</sup> No significativo (P>0.49)

Ctrol = sorbete control

Conc = sorbete a base de concentrado proteico

Tamaño de muestra:

control = 83

concentrado proteico = 253

El valor de Chi-Cuadrado para la variable Sabor fue de 4.595, aceptando la hipótesis de que los dos sorbetes se presentaron al consumidor con igual sabor (P=0.67). Para la variable Textura el valor de Chi-cuadrado fue de 3.299, aceptando que los sorbetes presentaron igual textura para los consumidores (P=0.49). Para la variable Apariencia el valor de Chi-cuadrado fue de 6.403 por lo cual se acepta la hipótesis de que los sorbetes presentaron para los consumidores una apariencia igual (P=0.83).

Algunos encuestados manifestaban que los sorbetes tendían a derretirse muy rápidamente. Sin embargo, más del 91% de los consumidores encuestados opinan que el sorbete a base de concentrado es un producto atractivo (P=0.999). Poco más del 50% manifiestan que este producto es más costoso que un helado y apenas 12% piensan lo contrario (P=0.999).

#### **4.2.4. Análisis de costos**

El costo de producir un litro de sorbete elaborado a base de concentrado proteico fue de L.15.76 (Anexo 7). Si este producto se vendiera al mismo precio que un helado se obtendría un retorno sobre costos del 69%. Aún si el costo aumentara en un 20% y el precio bajara en la misma magnitud se obtendría 13% de retorno sobre costos. Por otro lado si se aumentara el precio en un 20% y los costos se pudieran bajar en la misma magnitud, mejorando eficiencia en la UF, se lograría un retorno del 153% sobre costos (Anexo 8).

El costo de producir un litro de sorbete control fue de L.11.71, siendo la materia prima el segmento de la estructura de costos más cargado, con más del 70% de los costos totales (Anexo 9). Por ser este sorbete más barato que el de concentrado proteico, se ve un retorno sobre costos del 128%, si se vendiera al precio de un helado. Pero aún en el caso que el precio sea de un 20% menor y los costos incrementen en igual magnitud el retorno sería del 53% sobre costos (Anexo 10).

### **4.3. BEBIDA**

#### **4.3.1. Análisis técnico**

Inicialmente la bebida fue elaborada con sabor artificial de fresa, color artificial y ácido cítrico. Este prototipo presentaba olor y sabor muy marcado al concentrado proteico, por lo cual se optó por utilizar cocoa que presenta sabor amargo y funciona mejor para disimular el sabor y olor peculiar del concentrado proteico.

La bebida fue manejada igual que una leche con sabor a chocolate. La cocoa se debe diluirse en el concentrado a 50°C hasta deshacer totalmente los grumos, caso contrario el resto de ingredientes dificultan la disolución de la cocoa formando grumos. Estos grumos no reciben un tratamiento térmico adecuado durante la pasteurización y serían fuente de contaminación del producto final al romperse durante la homogeneización.

La cocoa empleada en la elaboración se precipitó después de 15 minutos. Este problema puede encubrirse con envases que no permitan ver el interior y recomendar agitarse antes de servir, al igual como se hace con otras bebidas con cocoa.

#### **4.3.2. Análisis químico y microbiológico**

El contenido proteico de la bebida es menor que el de la leche entera (Cuadro 16), sin embargo la calidad y digestibilidad de la  $\alpha$ -lactoalbumina y la  $\beta$ -lactoglobulina son

mayores que los de la caseína presentes en mayor proporción en la leche. La cantidad de grasa en una leche con chocolate es 47% mayor que la de la bebida, por lo cual puede ser un producto para aquellos consumidores que prefieren alimentos bajos en grasa.

Cuadro 16. Composición química y pH de bebida.

Componente	%
Sólidos totales	14.45
Cenizas	0.65
Proteína	2.80
Grasa	0.90
Carbohidratos	6.50
pH	5.65

Sólidos totales = 100-humedad

El contenido proteico de la bebida es relativamente alto, bajo en grasa y similar en carbohidratos a varias bebidas infantiles y nutritivas existentes en el mercado (Anexo 11). La bebida está hecha a base de concentrado proteico de suero, mientras que Enfamil y Nan son elaborados a base de concentrado proteico de suero desmineralizado; Isomil, Ensure y Prosobee están elaborados a partir de proteína de soya. El costo por gramo de proteína en las bebidas reconstituidas es mucho más alto que el de la bebida elaborada en este estudio.

La proteína presente en la bebida puede suplir el requerimiento diario total de proteína fácilmente. Por ejemplo, con solamente ingerir 2.3 litros al día una madre en gestación o lactancia puede suplir todo su requerimiento diario de proteína (Cuadro 17). Esto es prometedor para el futuro de esta línea, mejorándose aún más con la adición de vitaminas, minerales u otros compuestos que la dirijan a diferentes nichos de mercado.

Cuadro 17. Ingesta de bebida para suplir el requerimiento total de proteína de cinco grupos poblacionales.

Grupo poblacional	Requerimiento diario de proteína (g) <sup>⊕</sup>	Ingesta necesaria para suplir el total de proteína (litros de bebida)
Infantes	13.5	0.5
Niños	22.7	0.8
Hombres	57.6	2.1
Mujeres	47.2	1.7
Gestación / lactancia	63.3	2.3

<sup>⊕</sup> Tomados de Fennema (1996)

La estabilidad microbiana de la bebida medida a 4°C fue aceptable hasta los 6 días después de elaborarla (Cuadro 18). Según Revilla (1996) la leche pasteurizada tiene una vida en almacenamiento de 5 días a 4-7 °C, similar al resultado con la bebida.

Cuadro 18. Resultados de análisis microbiológico de la bebida (UFC/ml).

DDE	PCA	VRBA
1	29	0
3	4,300	0
6	250,000	0
12	1,000,000	1

DDE = Días después de elaborado  
 VRBA = "Violet-Red-Bile-Agar"  
 PCA = "Plate Count Agar"

La vida en almacenamiento de la bebida depende de la calidad microbiológica y temperatura de almacenamiento; pero también está en función de la cantidad de proteína, grasa, carbohidratos y agua disponible en el alimento para los microorganismos.

#### 4.3.3. Análisis de aceptación

Al 93% de los encuestados les agradó la bebida. Esta aceptación es significativa ( $P=0.999$ ). Esto indica que el producto tiene aceptación dentro de los consumidores, sin embargo no indica si el producto tendrá una demanda ya que esta última depende de otros factores más como el precio y la plaza del producto.

Al ser este producto aceptado por el público, permitirá diversificar concéntricamente la línea del producto, satisfaciendo así diferentes necesidades. Por ejemplo se podría agregar vitaminas, minerales ácidos grasos esenciales u otros componentes que la dirijan a ciertos mercados específicos.

#### 4.3.4. Análisis de costos

La bebida resultó ser muy costosa debido a su alto contenido de concentrado proteico (Anexo 12). Esto se refleja en el hecho de que el concentrado representa cerca del 91% del total de los costos. En esta situación el producto se debe vender alrededor de L.20 por litro para lograr un retorno de poco más del 20% sobre costos totales. Si los costos aumentaran en un 20% se tendría pérdidas del orden del 0.73%, igualmente si el precio se reduce en la misma magnitud la pérdida sería del 2.7%; con un incremento en precio de

20% y una reducción de costos de igual magnitud llegaría a retornar un poco más de 79% sobre costos (Anexo 13).

A pesar del costo elevado de la bebida si se compara con otras bebidas con similar contenido de proteína resulta ser un producto barato (Anexo 11). Esto le da flexibilidad al precio de venta si se aplica una estrategia de mercadotecnia adecuada. Tomando en cuenta que este producto aprovecha el suero de queso, que en caso contrario se destinaría a las aguas negras o a los cerdos, en el mejor de los casos.

## 5. CONCLUSIONES

No se logró estandarizar el proceso de UF, esto se refleja en productos de composición química variable.

El costo de producción de un litro de concentrado proteico fue de L.16.43 (\$1.09).

El concentrado proteico obtenido resultó con 8.66% de sólidos totales, 0.52% de cenizas, 2.74 de proteína, 2.52% de grasa, 5.41% de carbohidratos totales y cumple con los estándares de calidad microbiana.

El sorbete cumple con los estándares de identidad establecidos para este tipo de producto.

El sorbete a base de concentrado proteico tuvo igual aceptación que el sorbete control. Siendo ambos calificados como buenos y muy buenos en el 80% de los encuestados.

La calidad microbiana del sorbete cumple con las normas para este tipo de producto. Las características físicas y microbianas se mantuvieron a lo largo de los 21 días del estudio de estabilidad.

El costo de producir un litro de sorbete a base de concentrado proteico fue de L.15.76 (\$1.05).

La bebida con sabor a fresa no logró enmascarar el sabor y olor propio del concentrado proteico.

La bebida desarrollada con sabor a chocolate mostró buena aceptación por parte del 93% de los encuestados.

La bebida presentó 14.45% de sólidos totales, 0.65% de cenizas, 2.8% de proteína, 0.9% de grasa, 6.5% de carbohidratos totales y estabilidad microbiana a 4°C hasta los 6 días después de elaborada.

El costo de producir un litro de bebida fue de L.16.65 (\$1.11).

## 6. RECOMENDACIONES

Mejorar el diseño del sistema de UF cambiando el tanque de recirculación por uno de base cónica y probando el uso de dos membranas en serie.

Probar otras frutas con sabores más fuertes, como maracuyá, tangelo, guayaba y marañón, que enmascaren mejor el sabor y olor característico del concentrado proteico.

Prolongar la vida útil de la bebida con el uso de preservantes como benzoato.

Mejorar la viscosidad y la suspensión de la cocoa mediante el uso de gomas.

Realizar estudios de mercado para conocer el perfil del consumidor y así diversificar concéntricamente la bebida, con el uso de suplementos nutricionales y funcionales.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

ANDRADE LABORDE, J.E. 1999. Efecto del flujo de alimentación sobre la ultrafiltración del suero pasteurizado de queso. Tesis de Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 24 p.

AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15 ed. USA. AOAC. 1298 p.

ARBUCKLE, W.S. 1977. Ice cream. 3 ed. USA. AVI Publishing Company. p. 392-302.

CHERYAN, M. 1998. Ultrafiltration and microfiltration handbook. Technomic Publishing Company. Il., USA 527 p.

FENNEMA, O.R. 1996. Food Chemistry. Marcel Dekker, Inc. USA. 1069 p.

HARPER, W.J. 1991. Manufacture of whey protein concentrate by ultrafiltration. s.l. s.n.t.

KIM, H.; MORR, C.V.; SEO, A.; SURAK, J.G. 1989. Effect of whey pretreatment on composition and functional properties of whey protein concentrate. Journal of Food Science (USA) 54(1):25-29.

MADRID, A.; CENZANO, I. 1995. Tecnología de la elaboración de los helados. Mundi-Prensa Libros, S.A. Madrid, España. 679 p.

MORR, C.V. 1987. Effect of HTST pasteurization of milk, cheese whey and cheese whey UF retentate upon the composition, physicochemical and functional properties of whey protein concentrates. Journal of Food Science (USA) 52(2):312-317.

PEARSON, A.M. s.f. Ice cream manufacture. Department of Food Science University of Guelph, Ontario. p. 76-82.

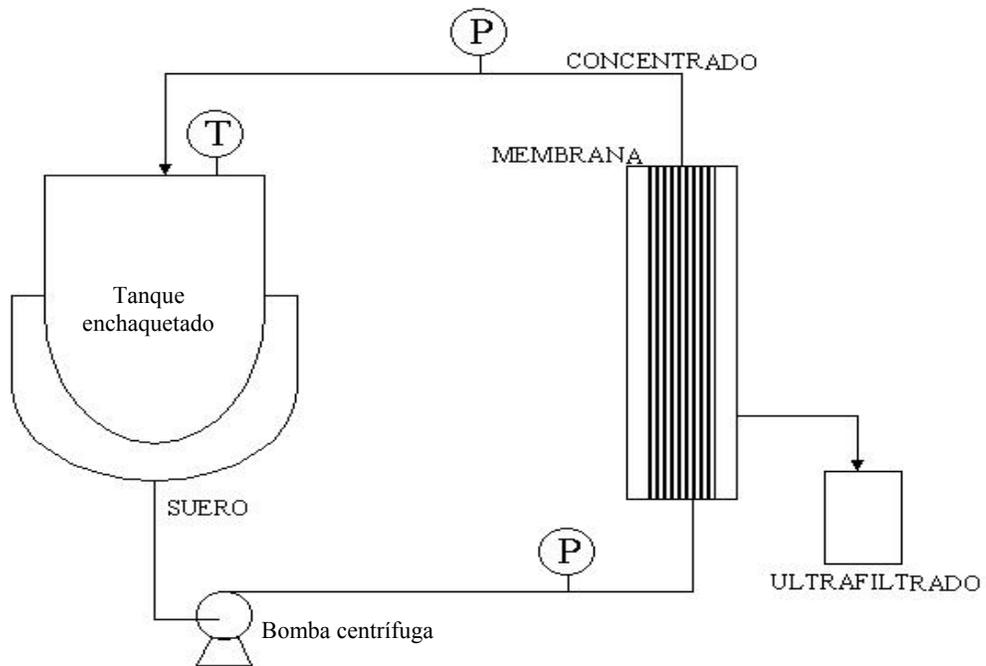
RESURRECCIÓN, A.V.A. 1998. Consumer sensory testing for product development. Aspen Publication. Gaithersburg, Maryland. 254 p.

REVELO, M. A. 1998. Ultrafiltración del suero de queso y evaluación química y microbiológica del concentrado proteico. Tesis de Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 30 p.

REVILLA, A. 1996. Tecnología de la leche. 3 ed. rev. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, Centroamérica. 396 p.

## 8. ANEXOS

Anexo 1. Sistema de UF.



T = Termómetro  
P = Manómetro

Anexo 2. Tabla recolectora de datos en encuesta de aceptación para sorbetes.

Sorbete	Sabor					Textura					Apariencia					¿Le parece atractivo?	¿Pagaría más, menos o igual?
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1		
Control																	
Tratamiento																	
Control																	
Tratamiento																	
Control																	
Tratamiento																	

Anexo 3. Tabla recolectora de datos en encuesta de aceptación para bebida.

¿Le gustó la bebida?	
Sí	No
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

## Anexo 4. Datos técnicos de tres corridas de UF para 100 kg de suero.

<b>TEMPERATURA (°C)</b>			
	Media	Mínima	Máxima
Repetición 1	51	49	56
Repetición 2	53	46	53
Repetición 3	51	48	56
Media	52		
DE	0.7		
CV	1%		

<b>PRESIÓN TRANSMEMBRANA (kPa)</b>			
	Media	Mínima	Máxima
Repetición 1	112.6	89.6	137.9
Repetición 2	115.7	72.4	117.2
Repetición 3	113.1	103.4	134.4
Media	113.8		
DE	1.7		
CV	1%		

<b>FLUJO (l/m<sup>2</sup>/h)</b>			
	Media	Mínima	Máxima
Repetición 1	3.81	2.29	14.86
Repetición 2	5.31	4.12	17.14
Repetición 3	4.69	3.14	8.00
Media	4.6		
DE	0.8		
CV	16%		

<b>Tiempo (h)</b>	
Repetición 1	6.0
Repetición 2	4.5
Repetición 3	5.0
Media	5.0
DE	0.9
CV	17%

Anexo 5. Resultado completo de balance de materia, composición química, ATECAL y pH de materia prima y productos de UF.

Componente	Repetición	Masa (kg)	%						pH
			ST	Cz	Proteína	Grasa	CHOs	ATECAL	
Suero	1	100.00	6.45	0.51	0.85	0.70	5.31	0.12	6.20
	2	100.00	5.92	0.53	0.86	0.65	6.37	0.10	6.28
	3	100.00	5.95	0.49	0.58	0.50	3.78	0.09	5.86
	Media	100.00	6.43	0.51	0.76	0.62	5.15	0.10	6.11
	DE	0.00	1.48	0.02	0.16	0.10	1.30	0.02	0.22
	CV (%)	0.00	23.04	3.92	20.81	16.88	25.27	14.78	3.65
Concentrado	1	18.40	9.92	0.49	3.10	3.00	5.64	0.13	6.52
	2	18.90	7.77	0.60	3.01	2.40	6.13	0.12	6.33
	3	17.00	6.85	0.46	2.10	2.15	4.46	0.11	6.04
	Media	18.10	8.66	0.52	2.74	2.52	5.41	0.12	6.30
	DE	0.98	1.49	0.07	0.55	0.44	0.86	0.01	0.24
	CV (%)	5.44	17.15	14.27	20.21	17.36	15.87	8.33	3.84
Ultrafiltrado	1	81.00	5.13	0.53	0.27	0.05	4.92	0.10	6.44
	2	80.20	4.77	0.46	0.27	0.05	6.46	0.08	6.20
	3	82.10	4.89	0.52	0.23	0.05	4.41	0.07	5.99
	Media	81.10	6.02	0.50	0.26	0.05	5.26	0.08	6.21
	DE	0.95	1.13	0.04	0.02	0.00	1.07	0.02	0.23
	CV (%)	1.18	18.73	7.52	9.00	0.00	20.28	18.33	3.63

ST = sólidos totales (100- humedad)

Cz = cenizas

CHOs = carbohidratos totales

Anexo 6. Análisis de costos para la producción de concentrado proteico mediante ultrafiltración del suero dulce de queso.

	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis unitario	Análisis porcentual
<b>Costos variables</b>						
<b>Mano de obra directa</b>						
Empaque de producto	Hora	2	43.17	86.33		
Prebendas sueldos	Hora m.o.d. ♦	2	0.57	1.14		
Catorceavo	Hora m.o.d.	2	2.83	5.66		
Preaviso	Hora m.o.d.	2	0.2	0.4		
Cesantía	Hora m.o.d.	2	0.85	1.7		
Treceavo	Hora m.o.d.	2	2.83	5.66		
Impuesto sobre la renta	Hora m.o.d.	2	2.02	4.04		
Transporte	Hora m.o.d.	2	0.24	0.48		
Seguro por muerte	Hora m.o.d.	2	0.47	0.95		
FOSOSVI	Hora m.o.d.	2	0.51	1.02		
<b>Total mano de obra</b>				<b>107.38</b>	<b>8.95</b>	<b>54%</b>
<b>Materia prima</b>						
Suero de queso zamorela	Kg	100	0.1	10		
<b>Total materia prima</b>				<b>10</b>	<b>0.83</b>	<b>6%</b>
<b>Total costos variables</b>				<b>117.38</b>	<b>9.78</b>	<b>60%</b>
<b>Costos fijos</b>						
Combustibles y lubricantes	Hora m.o.d.	2	12.92	25.84		
Suministros de limpieza	Hora m.o.d.	2	4.19	8.37		
Suministros y accesorios	Hora m.o.d.	2	0.31	0.62		
Suministros médicos	Hora m.o.d.	2	0.18	0.36		
Suministros de laboratorio	Hora m.o.d.	2	0.7	1.4		
Material didáctico	Hora m.o.d.	2	0.16	0.32		
Herramientas	Hora m.o.d.	2	0.08	0.16		
Uniformes	Hora m.o.d.	2	1.4	2.79		
Otros suministros	Hora m.o.d.	2	0.23	0.47		
Adiciones menores de mobiliario	Hora m.o.d.	2	0.39	0.78		
Servicio de lavandería	Hora m.o.d.	2	0.52	1.03		
Servicio de taller	Hora m.o.d.	2	0.88	1.76		
Servicio de laboratorio	Hora m.o.d.	2	0.05	0.09		
Teléfono	Hora m.o.d.	2	0.07	0.13		
Mantenimiento de edificios	Hora m.o.d.	2	0.56	1.12		
Mantenimiento de mobiliario	Hora m.o.d.	2	5.06	10.13		
Mantenimiento de instalaciones	Hora m.o.d.	2	0.88	1.76		
Varios	Hora m.o.d.	2	0.78	1.55		
Flete y acarreo	Hora m.o.d.	2	4.24	8.47		
Gastos de viaje	Hora m.o.d.	2	0.23	0.47		
Depreciación de edificios	Hora m.o.d.	2	0.09	0.19		
Depreciación de mobiliario	Hora m.o.d.	2	3.92	7.84		
Depreciación de otra maquinaria	Hora m.o.d.	2	1.02	2.05		
Depreciación mejoras	Hora m.o.d.	2	1.05	2.1		
<b>Total costos fijos</b>				<b>79.77</b>	<b>6.65</b>	<b>40%</b>
<b>Total costos variables y fijos</b>				<b>197.15</b>	<b>16.43</b>	<b>100%</b>

♦ Mano de obra directa

## Anexo 7. Análisis de costos para sorbete a base de concentrado proteico.

	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis Unitario	Análisis Porcentual
Sorbete a base de concentrado	Litro	100	26.70	2670.00		
(-) Devoluciones	Litro	0	26.70	0.00		
<b>Total ingresos</b>		<b>100</b>		<b>2670.00</b>	<b>26.70</b>	<b>100%</b>
<b>Costos variables</b>						
<b>Mano de obra directa</b>						
Empaque de producto	Hora	3.569	43.17	154.06		
Prebendas sueldos	Hora m.o.d. ♦	3.569	0.57	2.04		
Capacitación	Hora m.o.d.	3.569	0.00	0.00		
Catorceavo	Hora m.o.d.	3.569	2.83	10.10		
Preaviso	Hora m.o.d.	3.569	0.20	0.71		
Cesantía	Hora m.o.d.	3.569	0.85	3.03		
Treceavo	Hora m.o.d.	3.569	2.83	10.10		
Plan de retiro	Hora m.o.d.	3.569	0.00	0.00		
Impuesto sobre la renta	Hora m.o.d.	3.569	2.02	7.21		
Transporte	Hora m.o.d.	3.569	0.24	0.87		
Seguro por muerte	Hora m.o.d.	3.569	0.47	1.69		
FOSOVI	Hora m.o.d.	3.569	0.51	1.82		
<b>Total mano de obra</b>				<b>191.62</b>	<b>1.92</b>	<b>11%</b>
<b>Materia prima</b>						
Leche descremada en polvo	kg	1.86	38.39	71.30		
Azúcar	kg	17.86	7.17	128.04		
Estabilizador helado	kg	0.21	135.00	28.93		
Vasos de 8 onzas	Cada uno	100	0.79	79.00		
Sabor natural fresa	kg	8.93	47.95	428.12		
Sabor artificial fresa	kg	0.002	253.47	0.54		
Concentrado	kg	35.71	16.43	586.79		
Etiqueta de elaboración y vencimiento	Cada uno	100	0.08	8.00		
Solución de ácido cítrico	kg	0.34	15.09	5.13		
<b>Total materia prima</b>				<b>1242.47</b>	<b>12.42</b>	<b>79%</b>
<b>Total costos variables</b>				<b>1434.09</b>	<b>14.34</b>	<b>91%</b>
Margen de contribución				1235.91	12.36	
<b>Costos fijos</b>						
Combustibles y lubricantes	Hora m.o.d.	3.569	12.92	46.11		
Suministros de limpieza	Hora m.o.d.	3.569	4.19	14.94		
Suministros y accesorios	Hora m.o.d.	3.569	0.31	1.11		
Suministros médicos	Hora m.o.d.	3.569	0.18	0.65		
Suministros de laboratorio	Hora m.o.d.	3.569	0.70	2.49		
Material didáctico	Hora m.o.d.	3.569	0.16	0.56		
Herramientas	Hora m.o.d.	3.569	0.08	0.28		
Uniformes	Hora m.o.d.	3.569	1.40	4.98		
Otros suministros	Hora m.o.d.	3.569	0.23	0.83		
Adiciones menores de mobiliario	Hora m.o.d.	3.569	0.39	1.38		
Servicio de lavandería	Hora m.o.d.	3.569	0.52	1.84		
Servicio de taller	Hora m.o.d.	3.569	0.88	3.13		
Servicio de laboratorio	Hora m.o.d.	3.569	0.05	0.17		
Teléfono	Hora m.o.d.	3.569	0.07	0.24		
Mantenimiento de edificios	Hora m.o.d.	3.569	0.56	1.99		
Mantenimiento de mobiliario	Hora m.o.d.	3.569	5.06	18.07		

Mantenimiento de instalaciones	Hora m.o.d.	3.569	0.88	3.13		
Varios	Hora m.o.d.	3.569	0.78	2.77		
Flete y acarreo	Hora m.o.d.	3.569	4.24	15.12		
Gastos de viaje	Hora m.o.d.	3.569	0.23	0.83		
Depreciación de edificios	Hora m.o.d.	3.569	0.09	0.33		
Depreciación de mobiliario	Hora m.o.d.	3.569	3.92	14.00		
Depreciación de otra maquinaria	Hora m.o.d.	3.569	1.02	3.66		
Depreciación mejoras	Hora m.o.d.	3.569	1.05	3.74		
<b>Total costos fijos</b>				<b>142.35</b>	<b>1.42</b>	<b>9%</b>
<b>Total costos variables y fijos</b>				<b>1576.44</b>	<b>15.76</b>	<b>100%</b>
Retorno al capital y al riesgo				1093.56	10.94	
Rentabilidad sobre ventas				41%	41%	
Rentabilidad sobre costos				69%	69%	
Cantidad mínima de equilibrio				11.52		
Precio de equilibrio				16.42		

◆ Mano de obra directa

Anexo 8. Retorno (%) sobre costos a seis niveles de costos y precios unitarios (Lempiras) de sorbete a base de concentrado.

	Precio por litro				
Costo por litro	<b>21.63</b>	<b>24.03</b>	<b>26.70</b>	<b>29.37</b>	<b>32.31</b>
<b>12.77</b>	69	88	109	130	153
<b>14.18</b>	52	69	88	107	128
<b>15.76</b>	37	52	69	86	105
<b>17.34</b>	25	39	54	69	86
<b>19.07</b>	13	26	40	54	69

## Anexo 9. Análisis de costos para sorbete control.

	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis Unitario	Análisis Porcentual
Sorbete	Litro	100	26.70	2670		
(-) Devoluciones	Litro	0	26.70	0		
Total ingresos		100		2670	26.70	100%
<b>Costos variables</b>						
<b>Mano de obra directa</b>						
Empaque de producto	Hora	3.569	43.17	154.06		
Prebendas sueldos	Hora m.o.d.	3.569	0.57	2.04		
Catorceavo	Hora m.o.d.	3.569	2.83	10.10		
Preaviso	Hora m.o.d.	3.569	0.20	0.71		
Cesantía	Hora m.o.d.	3.569	0.85	3.03		
Treceavo	Hora m.o.d.	3.569	2.83	10.10		
Impuesto sobre la renta	Hora m.o.d.	3.569	2.02	7.21		
Transporte	Hora m.o.d.	3.569	0.24	0.87		
Seguro por muerte	Hora m.o.d.	3.569	0.47	1.69		
FOSOVI	Hora m.o.d.	3.569	0.51	1.82		
<b>Total mano de obra</b>				<b>191.62</b>	<b>1.92</b>	<b>12%</b>
<b>Materia prima</b>						
Leche descremada en polvo	kg	4.64	38.39	178.13		
Azúcar	kg	15.71	7.17	112.64		
Estabilizador helado	kg	0.19	135	26.035		
Vasos de 8 onzas	cada uno	100	0.79	79.00		
Sabor natural fresa	kg	8.93	47.95	428.12		
Ácido cítrico	kg	0.34	15.08	5.13		
Etiqueta de elaboración y vencimiento	cada uno	100	0.08	8.00		
<b>Total materia prima</b>				<b>837.06</b>	<b>8.37</b>	<b>71%</b>
<b>Total costos variables</b>				<b>1028.66</b>	<b>10.29</b>	<b>88%</b>
Margen de contribución				1641.32	16.41	
<b>Costos fijos</b>						
Combustibles y lubricantes	Hora m.o.d. ♦	3.569	12.92	46.11		
Suministros de limpieza	Hora m.o.d.	3.569	4.19	14.94		
Suministros y accesorios	Hora m.o.d.	3.569	0.31	1.11		
Suministros médicos	Hora m.o.d.	3.569	0.18	0.64		
Suministros de laboratorio	Hora m.o.d.	3.569	0.70	2.49		
Material didáctico	Hora m.o.d.	3.569	0.16	0.56		
Herramientas	Hora m.o.d.	3.569	0.08	0.28		
Uniformes	Hora m.o.d.	3.569	1.40	4.98		
Otros suministros	Hora m.o.d.	3.569	0.23	0.83		
Adiciones menores de mobiliario	Hora m.o.d.	3.569	0.39	1.38		
Servicio de lavandería	Hora m.o.d.	3.569	0.52	1.84		
Servicio de taller	Hora m.o.d.	3.569	0.88	3.13		
Servicio de laboratorio	Hora m.o.d.	3.569	0.05	0.17		
Teléfono	Hora m.o.d.	3.569	0.07	0.24		
Mantenimiento de edificios	Hora m.o.d.	3.569	0.56	1.99		
Mantenimiento de mobiliario	Hora m.o.d.	3.569	5.06	18.07		
Mantenimiento de instalaciones	Hora m.o.d.	3.569	0.88	3.13		
Varios	Hora m.o.d.	3.569	0.77	2.77		
Flete y acarreo	Hora m.o.d.	3.569	4.24	15.12		
Gastos de viaje	Hora m.o.d.	3.569	0.23	0.83		
Depreciación de edificios	Hora m.o.d.	3.569	0.09	0.33		
Depreciación de mobiliario	Hora m.o.d.	3.569	3.92	14.00		
Depreciación de otra maquinaria	Hora m.o.d.	3.569	1.02	3.66		

Depreciación mejoras	Hora m.o.d.	3.569	1.05	3.74		
<b>Total costos fijos</b>				<b>142.35</b>	<b>1.42</b>	<b>12%</b>
<b>Total costos variables y fijos</b>				<b>1171.03</b>	<b>11.71</b>	<b>100%</b>
Utilidad de operación				1498.97	14.99	
Retorno al capital y al riesgo				1498.97	14.99	
Rentabilidad sobre ventas				56%	56%	
Rentabilidad sobre costos				128%	128%	
Cantidad mínima de equilibrio				8.67		
Precio de equilibrio				12.20		

◆ Mano de obra directa

Anexo 10. Retorno (%) sobre costos a seis niveles de costos y precios unitario (Lempiras) de sorbete.

	Precio por litro				
Costo por litro	<b>21.63</b>	<b>24.03</b>	<b>26.7</b>	<b>29.37</b>	<b>32.31</b>
<b>9.49</b>	128	153	181	210	241
<b>10.54</b>	105	128	153	179	207
<b>11.71</b>	85	105	128	151	176
<b>12.88</b>	68	87	107	128	151
<b>14.17</b>	53	70	88	107	128

Anexo 11. Comparación de la bebida contra siete productos reconstituidos del mercado.

Producto	Compañía	Precio (L.)	Presentación	Calorías en 100 g <sup>⊗</sup>	Costo (L./l)	Costo (L. / g proteína)	Proteína (%)	Grasa (%)	Carbohidratos (%)
Enfamil	Mead Johson	81.64	460 g	67.3	25.44	11.83	1.5	3.7	7.0
Prosobee	Mead Johson	93.19	400 g	66.8	33.39	11.65	2.0	3.6	6.6
NAN	Nestle	55.80	450 g	38.6	17.77	24.80	0.5	3.4	1.5
Isomil	-	85.37	400 g	67.2	30.59	11.86	1.8	3.6	6.9
Sustagen	Mead Johson	96.59	400 g	378.7	36.22	1.72	14.0	0.3	80
Ensure	Abbot Lab. B.V.	117.65	400 g	556.0	82.36	2.10	14.0	31.2	54.8
Pediasure	Abbot Lab. B.V.	127.20	400 g	621.0	75.99	2.65	12.0	44.2	43.8
<b>Bebida</b>	<b>Zamorano</b>	<b>20.00</b>	<b>1 l</b>	<b>45.3</b>	<b>20.00</b>	<b>0.71</b>	<b>2.8</b>	<b>0.9</b>	<b>6.5</b>

<sup>⊗</sup> Para los productos reconstituidos según las indicaciones del fabricante correspondiente.

## Anexo 12. Análisis de costos de bebida.

	Unidad	Cantidad	Valor	Total	Análisis Unitario	Análisis Porcentual
Leche con chocolate-comedor	Litro	100.00	20.00	2000.00		
(-) Devoluciones	Litro	0.00				
Total ingresos		100.00		2000.00	20.00	100%
<b>Costos variables</b>						
<b>Mano de obra directa</b>						
Manufactura de productos	Hora	0.53	43.17	22.71		
Empaque de producto	Hora	0.53	43.17	22.71		
Prebendas sueldos	Hora m.o.d. ♦	0.53	0.57	0.30		
Catorceavo	Hora m.o.d.	0.53	2.83	1.49		
Preaviso	Hora m.o.d.	0.53	0.20	0.10		
Cesantía	Hora m.o.d.	0.53	0.85	0.45		
Treceavo	Hora m.o.d.	0.53	2.83	1.49		
Impuesto sobre la renta	Hora m.o.d.	0.53	2.02	1.06		
Transporte	Hora m.o.d.	0.53	0.24	0.13		
Seguro por muerte	Hora m.o.d.	0.53	0.47	0.25		
FOSOFI	Hora m.o.d.	0.53	0.51	0.27		
<b>Total mano de obra</b>				<b>54.83</b>	<b>0.55</b>	<b>3%</b>
<b>Materia prima</b>						
Leche descremada en polvo	Kilos	0.48	38.39	18.43		
Concentrado	Kilos	92.00	16.43	1511.56		
Azúcar	Kilos	6.50	7.17	46.61		
Cocoa	Kilos	1.00	11.83	11.83		
Sal mineral	Kilos	0.02	25.78	0.52		
<b>Total materia prima</b>				<b>1588.94</b>	<b>15.89</b>	<b>96%</b>
<b>Total costos variables</b>				<b>1643.76</b>	<b>16.44</b>	<b>99%</b>
<b>Margen de contribución</b>				<b>356.24</b>	<b>3.56</b>	
<b>Costos fijos</b>						
Combustibles y lubricantes	Hora m.o.d.	0.53	12.92	6.80		
Suministros de limpieza	Hora m.o.d.	0.53	4.19	2.20		
Suministros y accesorios	Hora m.o.d.	0.53	0.31	0.16		
Suministros médicos	Hora m.o.d.	0.53	0.18	0.10		
Suministros de laboratorio	Hora m.o.d.	0.53	0.70	0.37		
Material didáctico	Hora m.o.d.	0.53	0.16	0.08		
Herramientas	Hora m.o.d.	0.53	0.08	0.04		
Uniformes	Hora m.o.d.	0.53	1.40	0.73		
Otros suministros	Hora m.o.d.	0.53	0.23	0.12		
Adiciones menores de mobiliario	Hora m.o.d.	0.53	0.39	0.20		
Servicio de lavandería	Hora m.o.d.	0.53	0.52	0.27		
Servicio de taller	Hora m.o.d.	0.53	0.88	0.46		
Servicio de laboratorio	Hora m.o.d.	0.53	0.05	0.02		
Teléfono	Hora m.o.d.	0.53	0.07	0.04		
Mantenimiento de edificios	Hora m.o.d.	0.53	0.56	0.29		
Mantenimiento de mobiliario	Hora m.o.d.	0.53	5.06	2.66		
Mantenimiento de instalaciones	Hora m.o.d.	0.53	0.88	0.46		
Varios	Hora m.o.d.	0.53	0.78	0.41		
Flete y acarreo	Hora m.o.d.	0.53	4.24	2.23		
Gastos de viaje	Hora m.o.d.	0.53	0.23	0.12		
Depreciación de edificios	Hora m.o.d.	0.53	0.09	0.05		
Depreciación de mobiliario	Hora m.o.d.	0.53	3.92	2.06		
Depreciación de otra maquinaria	Hora m.o.d.	0.53	1.02	0.54		
Depreciación mejoras	Hora m.o.d.	0.53	1.05	0.55		

<b>Total costos fijos</b>				<b>20.98</b>	<b>0.21</b>	<b>1%</b>
<b>Total costos variables y fijos</b>				<b>1664.74</b>	<b>16.65</b>	<b>100%</b>
Utilidad de operación				335.26	3.35	
Retorno al capital y al riesgo				335.26	3.35	
Rentabilidad sobre ventas				17%		
Rentabilidad sobre costos				20%		
Cantidad mínima de equilibrio				2.55		
Precio de equilibrio				6.19		

◆ Mano de obra directa

Anexo 13. Retorno (%) sobre costos para seis niveles de precios y costos unitarios (Lempiras) para la bebida.

	Precio por litro				
Costo por litro	<b>16.20</b>	<b>18.00</b>	<b>20.00</b>	<b>22.00</b>	<b>24.20</b>
<b>13.49</b>	20.12	33.47	48.30	63.13	79.44
<b>14.98</b>	8.11	20.12	33.47	46.81	61.49
<b>16.65</b>	-2.70	8.11	20.12	32.13	45.35
<b>18.31</b>	-11.55	-1.72	9.20	20.12	32.13
<b>20.15</b>	-19.59	-10.65	-0.73	9.20	20.12