

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## 1.1 ANTECEDENTES

Nuestro país tiene la particularidad de poseer riquezas naturales, que pueden ser aprovechadas con un sistema de planificación acorde a las necesidades de sus habitantes, considerando la capacidad industrial establecida y la utilización de la tecnología apropiada. En nuestro Departamento de Tarija, el consumo familiar de leche y productos lácteos procesados depende del nivel de ingresos, el cual determina las preferencias de calidad de los mismos.

En nuestro departamento de 22415 vacas ordeñadas, se tienen una producción anual de leche en litros de 10968526. El 50% de esta leche, se destina a la elaboración de quesos frescos, generadores de suero dulce (13).

El rendimiento de la leche en quesos duros varía entre 8 y 12% y en quesos frescos y blandos entre 12 y 30%. Solo el (10 a 20) % de la leche llega a convertirse en queso y el 80 a 90% restante en suero. Más aún, no usar el lactosuero; es un enorme desperdicio de nutrimentos (27).

En nuestro país, el queso que se produce en mayor volumen es el queso fresco (13). El suero que se obtiene de este derivado lácteo, posee una baja acidez y una gran cantidad de nutrientes de la leche (27).

Actualmente el lactosuero, es aprovechado para alimentar animales de granja Sin embargo, este aprovechamiento es mínimo y el restante es vertido como efluente a los ríos; convirtiéndose en el contaminante principal de la industria láctea. Esta situación, genera que las fuentes de agua cercanas a las industrias queseras estén altamente contaminadas por la gran cantidad de sustancia orgánica que el lactosuero aporta, perjudicando a las poblaciones aledañas y causando graves daños al medio ambiente (12).

El vertido de un litro de suero causaría la muerte de todos los peces contenidos en 10 toneladas de agua (21).

Cuando el agua se queda sin oxígeno, los microorganismos anaerobios y facultativos transforman la materia orgánica en compuestos que disminuyen el pH del agua y producen malos olores (21).

En los países industrializados, se aprovecha el alto valor nutritivo y las propiedades funcionales de las proteínas del suero, a través de productos industriales como: suero deshidratado, concentrados proteicos de suero con diversos niveles de proteína y aislados proteicos de alta pureza (26).

Dado que se ha detectado la oportunidad de aprovechar el lactosuero para generar nuevos productos para el consumo humano, como es el caso de las bebidas que son populares y aceptadas en otros países por tener bajos costos de producción; y por tanto un precio más atractivo para el mercado potencial. En tal sentido, se ha decidido elaborar el estudio de investigación (Elaboración de una bebida refrescante en base al suero dulce de queso), que oriente a tomar decisiones en los aspectos relacionados a las condiciones técnicas y teóricas del proceso de elaboración de bebidas analcohólicas.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

- Al aumentar el crecimiento poblacional en el Departamento de Tarija, y con el avance tecnológico de la industrialización de productos y sub productos lácteos, se hacen mayores las exigencias del consumidor, cambiando de esta manera los hábitos de consumo alimenticio en nuestro medio.
- De esta manera surgió la necesidad de la transformación del lactosuero dulce de quesería en otro producto como una bebida refrescante con sabores de frutas. el que tiene como fin diversificar la dieta, aumentar el consumo y posibilitar el consumo a los habitantes de zonas alejadas y aisladas de los centros de producción.
- El suero dulce fresco recién obtenido de la producción del queso contiene propiedades saludables al organismo humano, el suero de leche es el medio más suave, y al mismo tiempo eficaz, para mejorar el flujo libre de la bilis, la evacuación de las deposiciones y el vaciamiento de la vejiga. Entre sus propiedades terapéuticas más relevantes se menciona que es un estimulante del peristaltismo intestinal, favorece el crecimiento de los microorganismos del intestino, estimula y desintoxica el hígado (19).
- Además el presente trabajo incentiva a aumentar la producción lechera en el departamento de Tarija, ya que el lactosuero es un sub producto de la elaboración de queso fresco, al abrirse un nuevo producto en el mercado del consumidor, puesto que actualmente las empresas lácteas enfrentan con el problema de darle un uso alternativo al lacto suero, con esto el procesador obtiene una nueva fuente de ingreso y una menor contaminación ambiental.

### **1.3 OBJETIVOS**

Los objetivos propuestos para el presente trabajo de investigación son:

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar una bebida refrescante en base a lactosuero dulce de queso fresco, mediante la operación de mezclado con agua y sabor artificial a fruta con la finalidad de obtener un producto nutricional.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar las propiedades fisicoquímicas del suero dulce de quesería como materia prima para establecer su composición global.
- Definir el proceso de elaboración más adecuado para obtención de la bebida refrescante.
- Determinar la dosificación en la elaboración de la bebida refrescante. con la finalidad de obtener un producto de características sensoriales aceptables para los consumidores.
- Definir los parámetros a ser utilizados en la elaboración de la bebida refrescante.
- Determinar la composición fisicoquímica microbiológica y organoléptica del producto con la finalidad de establecer su calidad.
- Determinar el envase apropiado para el producto con la finalidad de prolongar su conservación.

## **1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los problemas planteados para el desarrollo del presente trabajo son:

### **1.4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA GENERAL**

¿Como elaborar una bebida refrescante en base al lactosuero dulce de queso fresco, mediante una operación de mezclado con agua y sabor artificial a fruta con la finalidad de obtener un producto nutricional?

### **1.4.2 PLANTEAMIENTO DE LOS PROBLEMAS ESPECIFICOS**

Los problemas específicos que se plantean son:

- ¿Cuáles serán las propiedades fisicoquímicas y componentes del suero dulce de quesería que son de mayor interés para el producto?
- ¿Cuál será el proceso de elaboración más adecuado para la obtención de la bebida refrescante?
- ¿Cuál será la dosificación correcta en la elaboración de la bebida refrescante, para la obtención de un producto de características sensoriales aceptables para los consumidores?
- ¿Qué parámetros serán utilizados en la elaboración de la bebida refrescante?
- ¿Cómo se determina la calidad del producto en base al los resultados fisicoquímicos, microbiológicos y organolépticos obtenidos del mismo?
- ¿Cuál será el envase más apropiado para el producto que ayude a prolongar su conservación?

## **1.5 HIPOTESIS**

Con la combinación de agua y lactosuero proveniente de la producción de queso fresco se obtendrá una bebida refrescante con un valor nutritivo mayor que el de otras bebidas elaboradas a partir de agua.

**CAPITULO II**  
**MARCO TEÓRICO**



## 2.1 ORIGEN DEL LACTOSUERO

Se denomina suero al líquido remanente tras la precipitación y separación de la caseína de la leche durante la elaboración del queso. Su apariencia es opaca y de coloración verde-amarilla. (Siso, 1996). Representa el 85-90 % del volumen total de la leche que entra en el procesamiento del queso, y contiene alrededor del 50% de los nutrientes de la leche original (14).

Antiguamente el suero era usado para alimentar a los cerdos, o era esparcido en los campos o desechado en los ríos. Sin embargo, el suero tiene una demanda biológica de oxígeno de 35,000-45,000 g/L y 100 L de suero tiene una fuerza de contaminación equivalente al agua residual producida por 45 personas (22).

El suero de queso, en muchos lugares, ya no se considera como un producto de desecho de la manufactura de queso, para ser esparcido en los campos o depositado en el drenaje o usado en la alimentación animal. De hecho, la opción de depositarlo en los drenajes fue abandonada hace mucho tiempo; pero las pequeñas cantidades de suero o suero salado, de plantas de queso Cheddar, contribuye a la alta demanda biológica de oxígeno de los sólidos del suero, viniendo principalmente de la lactosa (16).

También el método de regado en los campos causa severos problemas de mal olor. La tecnología moderna del suero es un tema amplio por sí mismo; no se ha intentado cubrir todo el campo, pero una descripción del procesamiento del suero, podría ser incorporada en el negocio de la elaboración de quesos (16).

También, en los últimos veinte años, ha habido un alto reconocimiento del valor nutrimental de las proteínas y la lactosa del suero que no debe ser desperdiciado. Esto, mas el crecimiento de la tecnología de alimentos y el uso de proteínas funcionales en alimentos procesados, junto con la emergencia de métodos comerciales para la recuperación económica de tales proteínas del suero han resultado en una marcada diferencia en actitud hacia el suero (22).

## **2.2 OBTENCION DEL LACTOSUERO PARA PROCESAMIENTO**

Después de dejar el queso en la tina en la fase de drenado, el suero pasa a través de un colador para remover las partículas finas de la cuajada. Estas partículas son agregadas de nuevo a la cuajada y el suero va a un tanque de mantenimiento, de igual manera puede ir a un clarificador centrífugo o a un filtro muy fino, para remover las pequeñas partículas que no han sido retenidas en la primera filtrada. Si el suero va a ser almacenado antes de su procesamiento, es enfriado debajo de los 10°C; las plantas más eficientes en el uso de energía usan el calor recobrado para calentar la leche refrigerada antes de pasteurizarla. El suero está así libre de partículas pero contiene remanentes de grasa en forma globular, la cual podría ser concentrada por una subsecuente ultrafiltración (UF) que podría interferir en la recuperación de proteínas. Para remover la grasa, el suero es calentado alrededor de 50-55°C para derretir toda la grasa que puede ser separada por centrifuga, dejando solamente alrededor de 0.05% de grasa en el suero (16); sin embargo, (Khamrui y Rajorhia 1998) indican que un calentamiento a 45°C basta para la separación de la grasa por centrifugación.

La temperatura de almacenamiento del suero debe ser menor de 10°C si éste se pretende usar después de unas horas (16). Sin embargo, si se pretende almacenar por más tiempo ésta debe ser a 4°C (18).

## **2.3 TIPOS DE LACTOSUERO**

Dependiendo del origen de la leche, el tipo de queso, y las variaciones del proceso, el tipo de suero será diferente. Una de las clasificaciones está en función de su acidez.

El lactosuero, o suero de queso puede ser definido como la porción de la leche que es drenada de la manufactura de quesos o caseína, éste puede ser dulce o ácido. Contiene 65 g/L de los sólidos de la leche de bovinos y sus mayores componentes son lactosa (70-80%) y proteína (9%) (22).

En la tabla 2.1 se muestra los tipos de suero según su pH y su acidez titulable.

**Tabla 2.1:**  
**Clasificación del lactosuero según su acidez.**

<b>Tipo de suero</b>	<b>Acidez Titulable (AT)</b> (%)	<b>pH</b>
Suero dulce	0.10 a 0.20	5.8 a 6.6
Suero medianamente ácido	0.20 a 0.40	5.0 a 5.8
Suero ácido	0.40 a 0.60	4.0 a 5.0

Fuente: Early 2000

Los sueros ácidos y dulces pueden ser condensados, secados, fermentados, delactosados, desmineralizados y desproteinados. Utilizando tecnologías como la ultra-filtración, ósmosis inversa, intercambio de iones y electro diálisis. Además, la preparación de formulaciones para niños recién nacidos, ha sido un negocio rentable a nivel mundial (31).

Este producto constituye por tanto, una nueva oportunidad de desarrollo de productos alimenticios. Para otros, significa un producto de desecho, sin un futuro inmediato, pero sí con un potencial a largo plazo (33).

El suero ácido tiene un alto contenido de calcio, debido a que el ácido láctico reacciona con el calcio presente en la red de paracaseinato, y lo disuelve como lactato de calcio. El suero dulce, obtenido por coagulación con cuajo, apenas contiene calcio, ya que produce un desdoblamiento del complejo Caseína- calcio en paracaseinato cálcico y proteína sérica (8).

## 2.4 COMPOSICION DEL LACTOSUERO

En la composición del lactosuero intervienen los siguientes factores:

- La tecnología de elaboración del queso.
- La composición de la leche.
- El tratamiento del calor del lactosuero.
- El almacenamiento del lactosuero.
- El tipo de queso a procesar.

En términos generales, la calidad del lactosuero está dada por los componentes que contiene. La tabla 2.2 detalla la información aproximada de los componentes del lactosuero donde se destacan elementos nutritivos, minerales y vitaminas.

**Tabla 2.2**  
**Composición del lactosuero dulce fluido**

Componente	Unidades aproximadas	Cantidad en 100 g
<b>NUTRIENTE</b>		
Agua	g	93.12
Proteína (Nx6.38)	g	0.85
Grasa	g	0.36
Carbohidrato	g	5.14
Fibra	g	0
Cenizas	g	0.53

Fuente: (CPML-N, 2004).

(Continuación)

Composición de lactosuero dulce fluido

Componente	Unidades aproximadas	Cantidad en 100 g
<b>MINERALES</b>		
Calcio	mg	47
Hierro	mg	0.06
Magnesio	mg	8
Fósforo	mg	46
Potasio	mg	161
Sodio	mg	54
Zinc	mg	0.13
<b>VITAMINAS</b>		
Ácido ascórbico	mg	0.10
Tiamina	mg	0.036
Riboflamina	mg	0.158
Niacina	mg	0.074
Ácido pantoténico	mg	0.383
vitamina B <sub>6</sub>	mg	0.031
Folacina	mg	1
Vitamina B <sub>12</sub>	mg	0.277
Vitamina A	UI	16

Fuente: (CPML-N, 2004).

## 2.5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL LACTOSUERO

El suero derivado de la producción del queso es muy nutritivo, y retiene aproximadamente el 52% de los nutrientes de la leche entera. A pesar de su excelente contenido nutricional, la manipulación del suero de desecho de la producción de queso, es un problema caro y complicado, para el productor. Posee un porcentaje de sólidos de 6.0 a 6.5 %, y una demanda bioquímica de oxígeno superior a 32000 (2). Las proteínas y la lactosa se transforman en contaminantes cuando el líquido es arrojado al medioambiente sin ningún tipo de tratamiento, porque la carga de materia orgánica que contiene permite la reproducción de microorganismos (7).

### 2.5.1 PROTEÍNAS DEL LACTOSUERO

Las proteínas del lactosuero son el conjunto de sustancias nitrogenadas que no precipitan cuando el pH de la leche se lleva a pH 4.6, que corresponde al punto isoeléctrico de la caseína bruta. Por eso se les denomina también caseínas solubles. Ellas representan aproximadamente el 20% de las proteínas de la leche (29). Las proteínas del lactosuero son de un alto valor biológico (2). Su valor nutritivo es de un 25 a un 35% superior que el de la caseína (2). Según los diversos métodos de fraccionamiento, se permiten distinguir cuatro grandes fracciones (29):

- 1) **ALBÚMINAS:** representan el 75% de las proteínas solubles. Comprende fundamentalmente tres constituyentes; la  $\alpha$ -lactoalbúmina, la  $\beta$ -lactoalbúmina y la seroalbúmina. En general, son muy susceptibles a la precipitación en medio ácido (29), La  $\alpha$ -lactoalbúmina es rica en aminoácidos como lisina, leucina, treonina, triptofano y cisteína. Su habilidad de ligarse al calcio, le proporciona protección contra la desnaturalización térmica. Se cree que puede tener beneficios anticarcinogénicos. (29).

Su uso es de gran importancia en las fórmulas lácteas para lactantes (31).

- 2) **GLOBULINAS:** constituyen del 10 al 12% de las proteínas séricas. Son de gran importancia inmunológica, y se discute si los efectos de las globulinas presentes en la leche de vaca, pueden extenderse hacia los seres humanos (29), La  $\beta$ -lactoglobulina es una proteína que se enlaza con el retinol, y juega un papel importante en la absorción de disponibilidad de vitamina A. Esta misma proteína se considera como el mayor alérgeno de la leche, debido a las reacciones que produce en algunos consumidores (31).
- 3) **PROTEOSAS-PEPTONAS:** son proteínas muy resistentes al tratamiento térmico y ácido (29), Ellas se categorizan como glicoproteínas, fosfoproteínas o fosfoglicoproteínas. Dos proteasapeptonas tienen la capacidad de enlazar la toxina de *Escherichia Coli*. Entre las glicoproteínas, se encuentran las inmunoglobulinas, que poseen actividad antimicrobiana contra *E. coli*, *Campylobacter jejuni* y *Helicobacter pylori* (31).
- 4) **PROTEINAS MENORES:** en general son proteínas que están presentes en una fracción muy pequeña, y son difíciles de clasificar. Entre ellas destacan la lactoferrina, lactolina y proteínas de la membrana del glóbulo graso (29).

La lactoferrina es una proteína que liga el hierro, lo que le permite transportarlo a lo largo del cuerpo, y quelarlo, para que no esté disponible para los microorganismos. La lactoperoxidasa es una enzima termoestable, y posee efectos nocivos contra *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Salmonella typhimorium*, además de evitar el crecimiento de bacterias gram positivas (31).

El glucomacropéptido (GMP), conocido también como el macropéptido de la caseína, es una proteína presente en el suero, debido a la acción de la quimosina en  $\kappa$ -caseína, durante la coagulación enzimática de la leche. El GMP tiene la propiedad de ligar las toxinas del *Vibrio cholerae* y *Escherichia coli* (31).

También, esta proteína puede prevenir la formación de caries, la agregación de plaquetas, interactuar con anticuerpos y proteger contra bacterias y virus. Sin embargo, todas estas propiedades deben ser estudiadas con mayor profundidad (31).

Todas las proteínas del suero en conjunto, poseen todos los aminoácidos esenciales. Las proteínas del suero, poseen más aminoácidos esenciales que la proteína de huevo, la caseína y la soya. Estas proteínas son de gran importancia en las bebidas nutritivas para deportistas, por la gran fuente de aminoácidos ramificados, como la leucina, isoleucina y valina (31).

Algunos estudios señalan beneficios del consumo del suero derivado de la producción de queso, para la prevención del cáncer de próstata. Esto, debido a la formación del antioxidante glutatión, que controla la cantidad de radicales simples formadores de cáncer. A diferencia de las proteínas de caseínicas, las proteínas del suero, al ser ricas en cisteína, permiten una suficiente producción de glutatión (3).

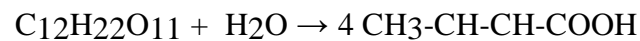
### **2.5.2 CARBOHIDRATOS EN EL LACTOSUERO**

La lactosa es el componente mayoritario de la materia seca de la leche. Otros azúcares también están presentes, pero en cantidades vestigiales. Se trata generalmente de poliósidos, que contienen fucosa y glúcidos nitrogenados (29). El contenido de lactosa en el suero, es de 4,5 – 5% m/v (14). En el proceso de fabricación de los quesos, un 95% de la lactosa se pierde en el lactosuero (10).



La lactosa es un glucócido reductor que pertenece al grupo de los diholósidos. Está formada por la unión de una molécula de  $\alpha$  o  $\beta$ -glucosa y otra  $\beta$ -galactosa (8).

La hidrólisis enzimática también es posible. Algunas levaduras y numerosas bacterias poseen una lactasa que pueden provocarla. La evolución más frecuente, y a la vez, más importante, es su transformación en ácido láctico, llevada a cabo por las bacterias lácticas (29).



Lactosa

ácido láctico

Según el tipo de microorganismos presentes, la lactosa sufrirá fermentaciones, que producirán diferentes productos secundarios (17).

La lactosa residual en los productos lácteos, pueden provocar problemas a la digestión de los consumidores intolerantes a la lactosa, debido a la ausencia de la enzima lactasa (24). Algunos productos lácteos fermentados, tienen la capacidad de disminuir estos problemas de mal absorción, por su habilidad de catabolizar la lactosa.

En algunos productos lácteos fermentados como el yogur, las bacterias lácticas metabolizan más del 50% de la lactosa presente en la leche (23). Las bacterias *Streptococcus salivarius* var *thermophilus* y *Lactobacillus helveticus*, tienen capacidad de metabolizar la lactosa. Además, *S.thermophilus* puede fermentar la sacarosa y el *Lactobacillus helveticus*, puede metabolizar galactosa (23).

### **2.5.3 VITAMINAS DEL LACTOSUERO**

El suero posee un contenido vitamínico importante, sobre todo de vitaminas del complejo B y de ácido ascórbico (3). Las vitaminas liposolubles son muy escasas, al carecer este subproducto de suficiente materia grasa (3). La presencia de muchas de estas vitaminas, lo hacen un medio de características positivas para el desarrollo de fermentaciones (11).

### **2.6 USOS DEL LACTOSUERO**

Según Early (2000), antes del tratamiento térmico y de la evaporación, la leche desnatada puede mezclarse con lactosuero dulce, normalmente en una proporción de 5:1, para obtener un producto que sustituye a la leche concentrada desnatada. Este producto se conoce como “mezcla lactosuero-desnatada” y presenta una alternativa más barata a la leche concentrada, teniendo sus mismas aplicaciones.

Early (2000) también indica que uno de los principales usos del lactosuero en todo el mundo es la fabricación de alimentos para el ganado, pero también se utiliza en muchos productos de alimentación humana. Por ejemplo el concentrado de suero se utiliza como sustituto de la leche concentrada desnatada en la elaboración de helados, postres, recubrimientos, sopas, salsas y muchos otros usos diferentes. Otra importante utilización del lactosuero es la producción de margarina y otros productos grasos para untar. El lactosuero dulce es el más utilizado para hacer los Concentrados Proteicos de Suero (WPC, por sus siglas en inglés), de los cuales existen muchos tipos, desde la especificación básica del WPC-35 hasta productos bajos en grasa, productos enriquecidos en proteínas funcionales específicas del suero y productos bajos en minerales.

## **2.7 ÁCIDO CÍTRICO**

El ácido cítrico es un aditivo multifuncional, apropiado para las más diversas aplicaciones (33), el ácido cítrico suele utilizarse para acidificar alimentos poco ácidos hasta un pH de 4.6 o más bajos, en la industria conservera, ya que un pH menor de 4.6 inhibe el crecimiento de los microorganismos más preocupantes de la industria conservera (33).

Debido a su elevada solubilidad (84 g/100 g de agua a 100°C) y sus excelentes características aromáticas, el ácido cítrico se ha venido utilizando en la industria de bebidas, para impartirles un agradable sabor ácido, afrutado y para potenciar los numerosos saborizantes y aromatizantes, naturales y artificiales, a que recurre (33).

## **2.8 BENZOATO DE SODIO**

El benzoato de sodio, también conocido como benzoato de sosa, es una sal del ácido benzoico, blanca cristalina o granulada, de fórmula:  $C_6H_5COONa$ . Es soluble en agua y ligeramente soluble en alcohol (33).

Como aditivo alimentario es usado como conservante, matando eficientemente a la mayoría de levaduras, bacterias, mohos. El benzoato sódico es efectivo en condiciones ácidas lo que hace que su uso más frecuente sea en conservas, en bebidas carbonatadas (ácido carbónico), en mermeladas (ácido cítrico). Más recientemente, el benzoato sódico está presente en muchos refrescos (30).

El sabor del benzoato sódico no puede ser detectado por alrededor de un 25% de la población, pero para los que han probado el producto químico, tienden a percibirlo como dulce, salado o a veces amargo (30).

## **2.9 SORBATO DE POTASIO**

El sorbato de potasio es un conservante y antiséptico de alta eficiencia y seguridad, puede inhibir eficazmente la actividad de moho y bacterias; también puede prevenir el crecimiento y reproducción de microbios nocivos tales como botulínica, estafilococo y salmonella, entre otros. Puede alargar el tiempo de conservación y mantener el sabor original de alimentos. Se utiliza en embutidos, salsas, mayonesa, bebidas, jugos, aderezos y mermeladas (30).

## **2.10 CARBOXYMETIL CELULOSA DE SODIO - CMC**

Es un producto altamente purificado, usado en la industria alimentaria. Sirve como estabilizador ya que sus principales características son: insaboro, incoloro, inodoro, no tóxico y precio adecuado, lo colocan como un gran aditivo permitido por la Unión Europea. (9).

Aunque la **CMC** es más estable que la mayoría de las otras gomas solubles en agua, puede ser degradada por enzimas y oxidantes, La ruta normal de contaminación por enzimas es vía su producción por microorganismos, por lo que la **CMC** se debe utilizar en combinación con conservadores como benzoatos, sorbatos o propionatos (9).

## **2.11 SABORIZANTES**

Los saborizantes son sustancias sintéticas o artificiales, caracterizadas por su concentrado aroma a un determinado alimento generalmente a frutas (30).

Los saborizantes se dividen en función de su origen en tres grupos

- ❖ Aromas y aromatizantes naturales (origen natural)
- ❖ Sustancias aromatizantes idénticas a los naturales
- ❖ Sustancias aromatizantes sintéticas o artificiales (origen químico)

Aunque esta clasificación puede parecer muy simple, en la realidad engloba miles de sustancias. Los aromatizantes químicos o sintéticos son utilizados a veces debido a su aroma semejante al ingrediente natural pero la lista de compuestos permitidos varían de unos países a otros (30).

## **2.12 COLORANTES**

Los colorantes se agregan a miles de productos alimenticios, no para engañar, si no con el fin de dar al público las cualidades de apetitosidad y atractivo (30).

El uso de colorantes al igual que otros aditivos alimentarios se debe tener cuidado al usarlos, pues existen varios colorantes que han sido prohibidos por afectar la salud de las personas (30).

La adición de colorantes a la bebida refrescante tiene la finalidad de mejorar su atractivo y/o presentación, la coloración del producto dependerá del sabor o aroma proporcionado a la bebida refrescante.

**CAPITULO III**  
**METODOLOGÍA**  
**EXPERIMENTAL**

### 3.1 INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación, elaboración de la “bebida refrescante”, fue realizado en las instalaciones del Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.), Dependiente de la Carrera de Ingeniería de Alimentos y perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” ubicado en la ciudad de Tarija, departamento del mismo nombre, Bolivia.

### 3.2 REQUERIMIENTO DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y MATERIAL DE LABORATORIO.

#### *Equipos:*

Los equipos utilizados en el trabajo experimental son los siguientes:

- **Descremadora:** Se utilizó la descremadora centrífuga (figura 3.1), para la estandarización del suero con respecto a su materia grasa.

*Figura 3.1. Descremadora centrífuga*



- **Heladera:** En la figura 3.2, se muestra la heladera que se utilizó para la refrigeración de la materia prima y del producto final para así prolongar la conservación del mismo.

**Figura 3.2. Heladera**



- **Cocina:** Se utilizó una cocina (figura 3.3), marca DAKO (Amazona) de dos hornallas para el calentamiento del suero y posterior pasteurización del producto final.

**Figura 3.3. Cocina**





- **Balanza analítica:** Se utilizó la balanza analítica (figura 3.4), durante todo el proceso, para pesar el sorbato de potasio, benzoato de sodio, azúcar, etc. La balanza analítica utilizada tiene una capacidad máxima de 1510 gr.

*Figura 3.4. Balanza analítica*



- **Selladora eléctrica:** En la figura 3.5, se muestra la selladora eléctrica manual que se utilizó para sellar las bolsas de polipropileno con muestras del producto.

*Figura 3.5. Selladora eléctrica*



***Instrumentos:***

Los instrumentos utilizados son los siguientes:

- ❖ **Refractómetro:** El refractómetro manual de bolsillo (figura 3.6), fue utilizado para medir el porcentaje de sólidos solubles del suero y del producto final.

**Figura 3.6. Refractómetro**



- ❖ **pHmetro:** En la figura 3.7, se muestra el pHmetro electrónico empleado para la medición del pH del suero y del producto final.

**Figura 3.7. pHmetro electrónico**



*Material y utensilios empleados en la elaboración de la bebida refrescante.*

- Termómetro.
- Pipetas graduadas.
- Envases de polietileno pigmentado de blanco.
- Baldes plásticos de 10 litros.
- Colador de plástico.
- Cucharilla de acero inoxidable.
- Ollas de acero inoxidable.
- Vasos desechables.
- Jarras de plásticos graduadas.
- Tijeras.

### 3.3 REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS

*Materia prima e insumos:*

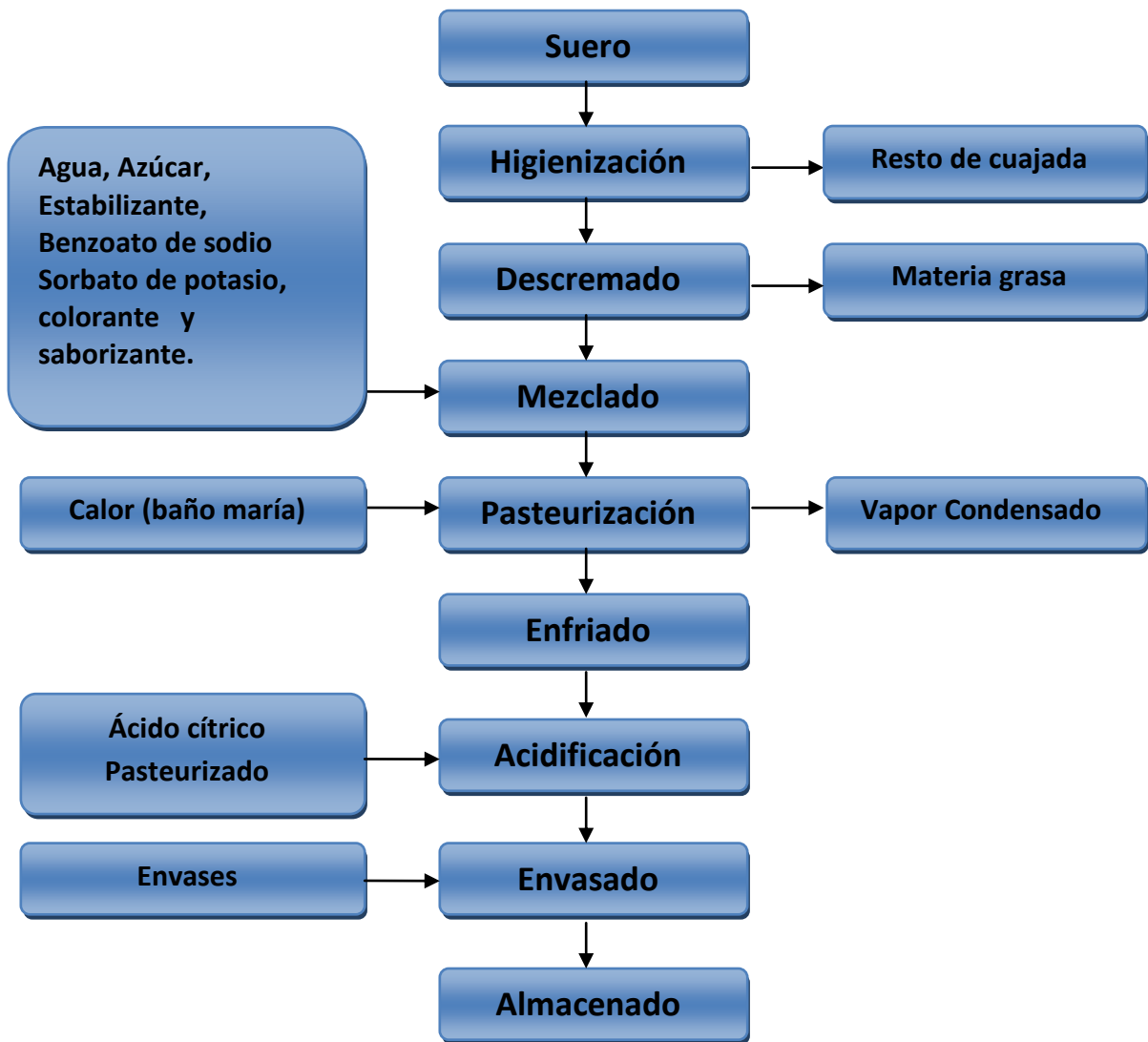
- Azúcar.
- Ácido cítrico (35g/100ml).
- Sabor a artificial a fruta
- Colorantes.
- Suero dulce descremado de queso Fresco.
- Agua potable.
- Sorbato de potasio.
- Benzoato de sodio.
- Estabilizante.

### 3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

#### 3.4.1 DIAGRAMA DEL PROCESO

Figura 3.8

*Diagrama de bloques de la elaboración de una bebida refrescante a partir de lactosuero*



Fuente: adaptado de Pablo Williams., 2002.

#### **3.4.1.1 RECEPCIÓN DEL SUERO**

El suero proveniente de la elaboración del queso madurado es extraído de la tina de quesería a los tachos de almacenamiento, los cuales contienen una manta que tiene la función de filtro para retener partículas sólidas que se encuentran en el suero como restos de cuajada.

#### **3.4.1.2 HIGIENIZACIÓN**

El suero trae consigo innumerables macro y micro partículas, cuya intensidad depende de los cuidados que se hayan practicado durante y después de la recepción del mismo. Es importante, por lo tanto, que al momento de recibir el suero se elimine el mayor número de impurezas, como restos de cuajada, para esto se realiza un filtrado del suero. Este procedimiento consiste en hacer pasar el suero a través de filtros de telas sintéticas, que pueden usarse cuando se vierte el suero en el tanque de recepción.

En el presente trabajo la higienización se realizó mediante una filtración, es decir, el suero se hizo pasar a través de filtros de tela, para eliminar la mayor cantidad de macropartículas contenida en el suero.

#### **3.4.1.3 DESCREMADO Y CLARIFICACIÓN**

Para remover la grasa, el suero es calentado alrededor de 50-55°C para derretir toda la grasa que puede ser separada por centrifuga, dejando solamente alrededor de 0.05% de grasa en el suero (16) sin embargo, (Khamrui y Rajorhia 1998) indican que un calentamiento a 45°C bastara para la separación de la grasa por centrifugación.

En el presente trabajo, el descremado se lo llevo a cavo a una temperatura de 45°C en una descremadora centrifuga, para la separación de la materia grasa y impurezas solidas que este pueda contener.

#### **3.4.1.4 DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO DE COMPONENTES**

En la fabricación de los diferentes productos alimenticios se requiere llevar a cabo la operación de dosificación y mezclado con la finalidad de garantizar la calidad del producto y así obtener un producto homogéneo.

En el presente trabajo se realizó la dosificación y mezclado, una vez que el lactosuero esta ya estandarizado, por lo que se procedió a preparar la bebida, mezclando agua, suero, saborizantes, edulcorante (azúcar), sorbato, benzoato y estabilizante.

#### **3.4.1.5 PASTEURIZACIÓN**

El objetivo de la pasteurización es destruir todos los microorganismos patógenos de la bebida refrescante. Las condiciones de pasteurización están definidas por las combinaciones temperatura /tiempo (25).

La pasteurización constituye un proceso esencial en una central lechera, y forman parte de las técnicas de fabricación de todos los productos lácteos (25).

En el presente trabajo el proceso de pasteurización se llevo a cavo en baño maría a 75°C por un tiempo de 30 min en recipientes de acero inoxidable para evitar la contaminación de la mezcla.

#### **3.4.1.6 ENFRIAMIENTO**

Se realiza con la finalidad de alcanzar la temperatura adecuada, para la adición del acido cítrico previamente pasteurizado a la mezcla,

En el presente trabajo el enfriamiento se llevo a cabo en baño maría y así disminuir el tiempo de procesamiento, es decir, enfriar a 4°C en el menor tiempo posible.

### **3.4.1.7 ADICIÓN DEL ÁCIDO CÍTRICO**

Se lo realiza con la finalidad de darle un agradable sabor ácido, afrutado y para potenciar el sabor de la bebida. Al bajar el pH de la bebida, se les da las condiciones adecuadas a los conservantes como el benzoato ya que este es más efectivo en medio ácido (32).

En el presente trabajo el proceso de acidificación se lo lleva a cabo Una vez enfriado la mezcla a 4°C, adicionando el ácido cítrico previamente pasteurizado a 80°C durante un periodo de 20 min.

### **3.4.1.8 ENVASADO**

El envasado aséptico de zumos de frutas y bebidas en recipientes individuales llega a ser muy común en el mercado. El procesado y envasado aséptico incluye la esterilización del producto y del envase por separado, seguido del envasado en un ambiente esterilizado. El envasado de alimentos incluye el llenado del alimento procesado en envases esterilizados y el sellado en un ambiente de vapor, utilizado para mantener condiciones asépticas (4).

El envase debe ser agradable estéticamente, tener tamaño y forma funcional, mantener el alimento en forma apropiada y ser de fácil eliminación o reutilización. El envase constituye una barrera entre el alimento y el ambiente: controla la transmisión de luz, y la transferencia de calor, humedad y gases (28).

Una vez que se obtiene la bebida pasteurizada se procede al envasado en envases de polietileno pigmentado de blanco. Para esto se utiliza una llenadora y selladora.

### **3.4.1.9 ALMACENADO**

El producto empacado es transportado al cuarto frío para su posterior almacenamiento, donde se recomienda mantenerse a 4°C antes de su distribución.



### **3.5 METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS**

Durante la realización del trabajo de investigación los datos que se tomaron en cuenta para un respectivo control y posterior cálculo fueron: los análisis de las propiedades del producto final y también del diseño experimental en la elaboración de la bebida refrescante.

#### **3.5.1 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LA MATERIA PRIMA**

En la materia prima, las propiedades que se midieron fueron: las fisicoquímicas.

##### **3.5.1.1 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA**

Los análisis fisicoquímicos de la materia prima se realizaron en el CEANID con muestras recién obtenidas; los parámetros tomados en cuenta fueron: (ver tabla 3.1)

*Tabla 3.1*

*Técnicas para el análisis fisicoquímico de la materia prima*

<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Unidad de medida</b>
Proteína total	NB 466-81	%
Carbohidratos	Calculo	%
Humedad	Calculo	%
Cenizas	NB 075-74	%
Materia gasa	NB 103-75	%
Sólidos total	NB 231.1-98	%
Acidez	NB 229-98	%(ácido láctico)
Lactosa	INLASA	%

Fuente: CEANID, 2010

### 3.5.2 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL PRODUCTO

En el producto se tomó en cuenta las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y hedónicas mediante un análisis sensorial:

#### 3.5.2.1 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO

Los análisis fisicoquímicos del producto se realizaran en el CEANID utilizando la muestra de mayor aceptación según el análisis de los resultados en la evaluación sensorial; los parámetros tomados en cuenta fueron: (ver tabla 3.2)

*Tabla 3.2*  
*Técnicas para el análisis fisicoquímico del producto*

Parámetro	Método	Unidad de medida
Proteína total	NB 466-81	%
Carbohidratos	Calculo	%
Humedad	NB 028-88	%
Cenizas	NB 075-74	%
Materia gasa	NB 465-97	%
Sólidos total	Calculo	%
Acidez	Nb 229-98	% (ácido láctico)

Fuente: CEANID, 2011

### 3.4.2.2 DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS DEL PRODUCTO

El análisis microbiológico se realizó al producto terminado, y se tomaron en cuenta los aspectos, requeridos según la norma para productos lácteos, los cuales se muestran en la tabla 3.3.

*Tabla 3.3*  
*Técnicas para el análisis microbiológico del producto*

Detalle	Método	Unidad
Coniformes totales (máx.)	NB 32005	NMP/ml
Coniformes fecales	NB 32005	NMP/ml

Fuente: CEANID, 2011

### 3.5.3 ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial de los alimentos se constituye en la actualidad como una de las más importantes herramientas para el logro del desenvolvimiento de actividades de la industria alimentaria. Así pues, por su aplicación en el control de calidad y de procesos, en el diseño y desarrollo de nuevos productos y en la estrategia de lanzamientos de los mismos al mercado, la hace, sin duda alguna, la coparticipe del desarrollo y avance mundial de la alimentación.

El análisis sensorial puede ser definido como el método experimental mediante el cual los jueces perciben y califican, caracterizando las propiedades sensoriales de muestras adecuadamente presentadas, bajo condiciones preestablecidas y bajo un patrón de evolución acorde al posterior análisis estadístico (15).

La valoración sensorial es una función que la persona realiza desde la infancia y que le lleva, consciente o inconsciente, a aceptar o rechazar los alimentos de acuerdo con las sensaciones experimentadas al observarlas e ingerirlas. Sin embargo, las sensaciones

que motivan este rechazo o aceptación varían con el tiempo y el momento en que se perciben: dependen tanto de la persona como del entorno (15).

Los análisis sensoriales realizados a los atributos del producto tiene la finalidad de obtener el producto de mayor aceptación por los jueces.

Los análisis sensoriales se realizaron para obtener el producto final, para determinar la acidez, grado de dulzor y para determinar el sabor para el producto final.

### **3.5.3.1 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE SUERO, AGUA Y AZÚCAR**

Para determinar la cantidad de suero, agua y azúcar, se elaboraran ocho muestras analizando las respuestas de los atributos de aroma, sabor, dulzor y acidez, para cada tratamiento. Las ocho muestras serán evaluadas de cuatro en cuatro con el objeto de apreciar mejor las características de los parámetros evaluados mediante un test de análisis sensorial, con 12 jueces no entrenados.

### **3.5.3.2 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE ACIDO CITRICO, TIEMPO, Y TEMPERATURA DE PASTEURIZACIÓN**

Con las variables del proceso de dosificación ya establecidas, se elaboraron ocho muestras, para determinar la cantidad de ácido cítrico, la temperatura, y tiempo durante la pasteurización, analizando las respuestas de los atributos de aroma, sabor, dulzor y acidez, para cada tratamiento. Las ocho muestras serán evaluadas de cuatro en cuatro con el objeto de apreciar mejor las características de los parámetros evaluados mediante un test de análisis sensorial, con 12 jueces no entrenados.

### **3.5.3.3 SELECCIÓN DEL PRODUCTO FINAL**

Después de haberse obtenido el producto final. Se procederá a saborizar cuatro muestras con diferentes aromas y mediante un test de preferencia se podrá seleccionar el mejor producto.

## **3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL**

En la industria alimentaria, los creadores de productos y los ingenieros de procesos a menudo llevan a cabo experimentos para desarrollar nuevos productos y procesos así como mejorar los ya existentes. Los experimentos se realizan para saber cómo una serie de variables afectan a otra.

El diseño factorial se planteo en dos etapas del procesamiento de la elaboración de la bebida refrescante con base en suero dulce de queso fresco, utilizando un diseño  $2^k$ .

### **3.6.1 DOSIFICACIÓN**

Por considerarse la etapa de dosificación, una etapa muy importante durante la elaboración del producto, se utilizó un diseño factorial con dos niveles de análisis:

Se mantendrá constante la temperatura y se trabajara con las siguientes variables: **S** (Suero), **B** (Agua) y **A** (Azúcar).

2 niveles de % de suero (S)

2 niveles de % de Agua (B)

2 niveles de % de azúcar (A)

Para tal proceso se tiene la ecuación de diseño del tipo:

$$2^k = 2^3 = \text{Tratamientos o ensayos}$$

En la siguiente tabla se muestran los niveles de variación de los factores del proceso de dosificación.

**Tabla 3.4**  
*Niveles de variación de las variables de la etapa de dosificación*

<b>Factores</b>	<b>Nivel inferior</b>	<b>Nivel superior</b>
<b>A</b>	6.3 %	7.2 %
<b>B</b>	42.8 %	53.7 %
<b>S</b>	40 %	50 %

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se detallan, las combinaciones realizadas entre los factores, y los diferentes niveles analizados durante la etapa de dosificación para determinar el aroma, sabor, dulzor y acidez del producto.

**Tabla 3.5**  
*Diseño factorial en la etapa de dosificación*

<b>Pruebas</b>	<b>S</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>S*A</b>	<b>S*B</b>	<b>A*B</b>
<b>1</b>	-	-	-	+	+	+
<b>2</b>	+	-	-	-	-	+
<b>3</b>	-	+	-	-	+	-
<b>4</b>	+	+	-	+	-	-
<b>5</b>	-	-	+	+	-	-
<b>6</b>	+	-	+	-	+	-
<b>7</b>	-	+	+	-	-	+
<b>8</b>	+	+	+	+	+	+

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6.2 PASTEURIZACIÓN

Por considerarse la etapa de pasteurización, una etapa muy importante durante la elaboración del producto, se utilizó un diseño factorial con dos niveles de análisis:

Antes de utilizar el diseño factorial elaborado, se hicieron pruebas preliminares para determinar las cantidades de (suero, agua y azúcar) y mantener posteriormente estas cantidades constantes durante el proceso de elaboración para así trabajar con las siguientes variables:

**A** (ácido cítrico), **T** (temperatura) y **t** (tiempo).

2 niveles de % de ácido cítrico (A)

2 niveles de temperatura (T)

2 niveles de tiempo (t)

Para tal proceso se tiene la ecuación de diseño del tipo:

$$2^k = 2^3 = \text{Tratamientos o ensayos}$$

En la tabla 3.6, se muestran los niveles de variación de los factores del proceso de pasteurización.

**Tabla 3.6**  
*Niveles de variación de las variables de la etapa de pasteurización*

<b>Factores</b>	<b>Nivel inferior</b>	<b>Nivel superior</b>
<b>A</b>	0.3 %	0.4 %
<b>T</b>	65°C	70°C
<b>t</b>	20 min	30 min

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se detallan, las combinaciones realizadas entre los factores, y los diferentes niveles analizados durante la pasteurización de la bebida refrescante, para determinar el aroma, sabor, dulzor y acidez del producto.

**Tabla 3.7**  
***Diseño factorial en la etapa de pasteurización***

<b>Pruebas</b>	<b>A</b>	<b>T</b>	<b>t</b>	<b>A*T</b>	<b>A*t</b>	<b>T*t</b>
<b>1</b>	-	-	-	+	+	+
<b>2</b>	+	-	-	-	-	+
<b>3</b>	-	+	-	-	+	-
<b>4</b>	+	+	-	+	-	-
<b>5</b>	-	-	+	+	-	-
<b>6</b>	+	-	+	-	+	-
<b>7</b>	-	+	+	-	-	+
<b>8</b>	+	+	+	+	+	+

Fuente: Elaboración propia.



**CAPITULO IV**

**ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE**

**RESULTADOS**

#### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La descripción de las características fisicoquímicas del lactosuero, del cual se obtiene el producto terminado se muestra en la tabla 4.1 (ver Anexo B.1).

*Tabla 4.1*  
*Composición fisicoquímica del lactosuero*

Parámetro	Método	Unidad	Suero dulce
Acidez (ácido láctico)	NB 229-98	%	0.09
carbohidratos	Calculo	%	4.75
Proteína total (Nx6,25)	NB 466-81	%	0.71
Valor energético	Calculo	Kcal/100g	24.45
Cenizas	NB 075-74	%	0.47
Materia grasa	NB 103-75	%	0.29
Lactosa	INLASA	%	4.52
Sólidos totales	NB 231.1-98	%	6.33

Fuente: CEANID 2010

#### 4.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO

Se tomaron en cuenta las variables del proceso de dosificación (suero, agua y azúcar) y del proceso de pasteurización (tiempo, temperatura y concentración del ácido cítrico).

##### 4.2.1 DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE SUERO, AGUA Y AZÚCAR

Para determinar la cantidad de suero, agua y azúcar se trabajó de acuerdo al diseño experimental planteado en la tabla 3.3 con los niveles de variación que están en la tabla 3.4.

La respuesta de sólidos solubles en °Brix a las diferentes combinaciones realizadas se muestra a continuación en la tabla 4.2.

**Tabla 4.2**  
**Resultados del Diseño Factorial en la Dosificación**

Diseño	S	A	B	Replica y <sub>1</sub>	Replica y <sub>2</sub>	Y <sub>i</sub>
1	40	6,3	42,8	10,4	10,4	20,8
S	50	6,3	42,8	10,8	10,8	21,6
B	40	7,2	42,8	10,5	10,5	21
SB	50	7,2	42,8	10,8	10,8	21,6
A	40	6,3	53,7	10,3	10,4	20,7
AS	50	6,3	53,7	10,7	10,8	21,5
AB	40	7,2	53,7	10,3	10,4	20,7
SBA	50	7,2	53,7	10,8	10,8	21,6
<b>ΣY<sub>ij</sub>=169,5</b>						

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL ATRIBUTO DE SÓLIDOS SOLUBLES

En la tabla 4.4 se muestra el análisis de varianza (ver anexo E: 2) realizados con los datos de sólidos solubles expresados en (°Brix) de las replicas I y II, mostrados en la tabla 4.3.

**Tabla 4.3**  
**Análisis de varianza para los sólidos solubles**

Fuente de variación (FV)	Suma de Cuadrados (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
SS(T)	0,6494	15	-	-	-
SS(S)	0,6006	1	0,6006	320,33	5,32
SS(B)	0,0056	1	0,0056	3,00	5,32
SS(SB)	0,0006	1	0,0006	0,33	5,32
SS(A)	0,0156	1	0,0156	8,33	5,32
SS(AS)	0,0056	1	0,0056	3,00	5,32
SS(AB)	0,0006	1	0,0006	0,33	5,32
SS(SBA)	0,0056	1	0,0056	3,00	5,32
SS(E)	0,0150	8	0,0019	-	-

Fuente: Elaboración propia

\*Altamente significativo.

En la tabla 4-3, se puede observar  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $320,33 > 5,32$ ) para el factor S (% de Suero), siendo altamente significativo y ( $8,33 > 5,32$ ) para el factor A (% de azúcar) que es significativo; por lo cual se rechaza la  $H_p$ . En comparación ( $F_{cal} < F_{tab}$ ) para el factor B (% de agua), interacción factor SB (% de suero - % de agua); interacción AS (% de azúcar - % de suero); interacción AB (% de azúcar - % de agua) e interacción SBA (% de suero - % de agua - % de azúcar), que no son significativos para  $p < 0,05$ ; por lo cual se acepta la  $H_p$ .

En base a este análisis estadístico, se puede decir que el factor S (% de suero), es el que tiene mayor importancia (altamente significativo) en el proceso; en comparación con el factor A (% de azúcar), que afecta en menor proporción. Sin embargo, para el factor B (% de agua) y la interacción de los efectos de los factores analizados; no muestran significancia en el proceso de elaboración de una bebida refrescante.

#### 4.2.1.2 PROMEDIO DE ACEPTACIÓN DEL AROMA, SABOR, DULZOR Y ACIDEZ

La tabla 4.4 se muestran los promedios obtenidos en la evaluación sensorial para los atributos de aroma, sabor, dulzor y acidez en el proceso de dosificación, de las ocho primeras muestras.

*Tabla 4.4*  
*Promedio de los Resultados de la Evaluación Sensorial*

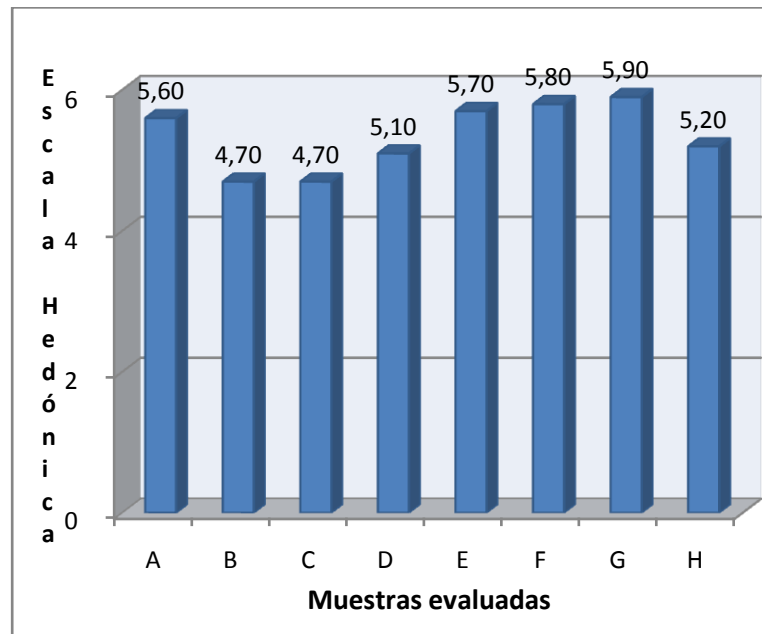
Muestras	Aroma	Sabor	Dulzor	Acidez
A	5,70	5,10	5,80	6,60
B	4,70	4,70	4,90	5,50
C	4,70	4,60	4,40	4,80
D	4,80	5,70	6,00	6,00
E	6,00	6,40	6,50	6,30
F	5,80	6,60	6,60	6,00
G	5,90	6,60	7,60	6,80
H	5,20	5,80	7,00	5,30

Fuente: Elaboración propia.

## ◆ Comparación de los puntajes promedio obtenidos para el AROMA

La figura 4.1 muestra los puntajes promedio de aroma obtenidos en la evaluación sensorial de las 8 muestras.

*Figura 4.1 Puntajes de Aceptación de Aroma*



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el gráfico se observa que las muestras que obtuvieron mejores calificaciones fueron las muestras G con 5.9, F con 5.8 y E con 5.7.

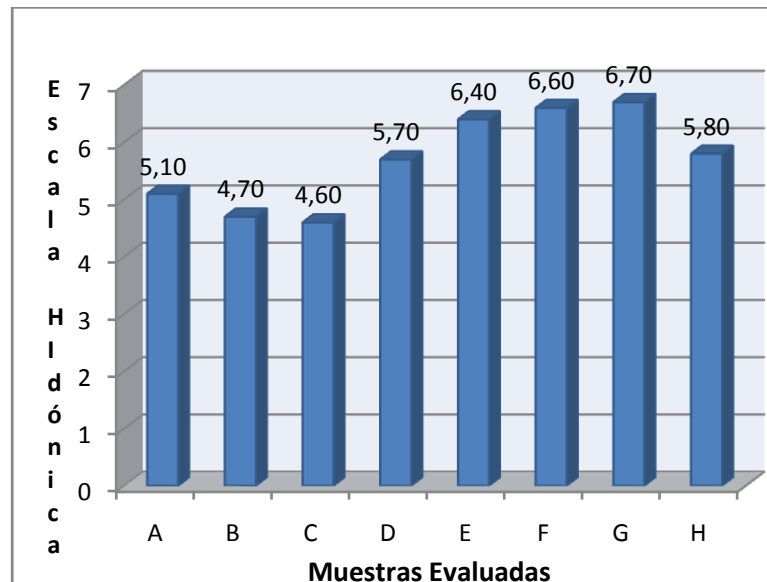
### **Prueba de Fisher**

Como  $F(\text{calculado}) < F(\text{tabulado})$ , entonces no existen diferencias significativas entre las muestras evaluadas. (ver Anexo D:2.1)

### ◆ Comparación de los puntajes promedio obtenidos para el SABOR

La figura 4.2 muestra los puntajes promedios de sabor obtenidos en la evaluación sensorial de las 8 muestras.

*Figura 4.2 Puntajes de Aceptación de Sabor*



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el gráfico se observa que las muestras que obtuvieron mejores calificaciones fueron las muestras G con 6.7, F con 6.6 y E con 6.4.

#### **Prueba de Fisher**

Como  $F(\text{calculado}) > F(\text{tabulado})$ , al menos una muestra es significativamente diferente, por lo que se aplicó la prueba de Duncan. (ver Anexo D:2.2)

#### **Prueba de Duncan**

El análisis estadístico de la prueba de Duncan (ver Anexo D:2.2) en la etapa de dosificación para el atributo sabor, se realizó para ver si existe diferencias significativas o no entre los tratamientos. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.5

**Tabla 4.5**

**Prueba de Duncan para el atributo Sabor**

Tratamiento	Efecto
G – F = 0.1 < 1,127	No hay diferencia significativa
G – E = 0.3 < 1,186	No hay diferencia significativa
G – H = 0.9 < 1,226	No hay diferencia significativa
G – D = 1 < 1,250	No hay diferencia significativa
G – A = 1.6 > 1,274	Si hay diferencia significativa
G – C = 1.7 > 1,290	Si hay diferencia significativa
G – B = 2 > 1,306	Si hay diferencia significativa
F – E = 0.2 < 1,127	No hay diferencia significativa
F – H = 0.8 < 1,186	No hay diferencia significativa
F – D = 0.9 < 1,226	No hay diferencia significativa
F – A = 1.5 > 1,250	Si hay diferencia significativa
F – C = 1.6 > 1,274	Si hay diferencia significativa
F – B = 1.9 > 1,290	Si hay diferencia significativa
E – H = 0.6 < 1,127	No hay diferencia significativa
E – D = 0.7 < 1,186	No hay diferencia significativa
E – A = 1.3 > 1,226	Si hay diferencia significativa
E – C = 1.4 > 1,250	Si hay diferencia significativa
E – B = 1.7 > 1,274	Si hay diferencia significativa
H – D = 0.1 < 1,127	No hay diferencia significativa
H – A = 0.7 < 1,186	No hay diferencia significativa
H – C = 0.8 < 1,226	No hay diferencia significativa
H – B = 1.1 < 1,250	No hay diferencia significativa
D – A = 0.6 < 1,127	No hay diferencia significativa
D – C = 0.7 < 1,186	No hay diferencia significativa
D – B = 1 < 1,226	No hay diferencia significativa
A – C = 0.1 < 1,127	No hay diferencia significativa
A – B = 0.4 < 1,186	No hay diferencia significativa
C – B = 0.3 < 1,127	No hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.5, se puede observar que para los tratamientos (G – F); (G – E); (G – H); (G – D); (F – E); (F – H); (F – D); (E – H); (E – D); (H – D); (H – A); (H – C); (H – B); (D – A); (D – C); (D – B); (A – C); (A – B) y (C – B), no existe evidencia estadística; en comparación de los tratamientos (G – A); (G – C); (G – B); (F – A); (F – C); (F – B); (E – A); (E – C) y (E – B), si hay evidencia estadística, para un límite de confianza del 95%.

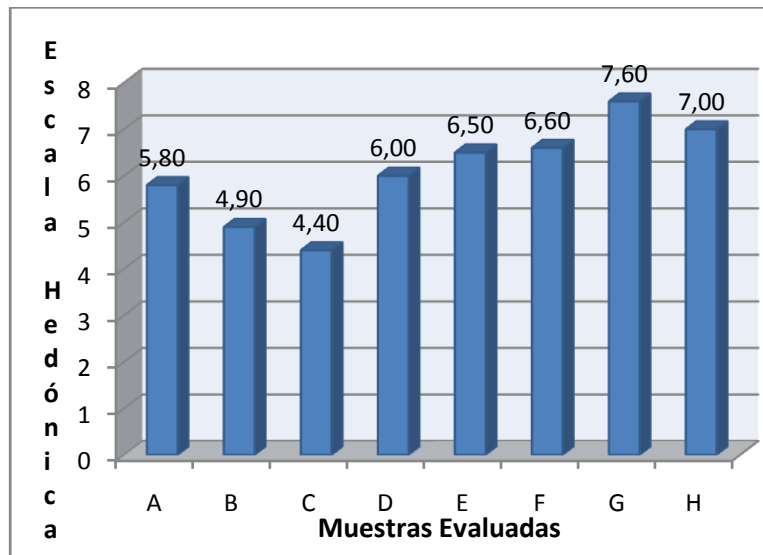
Pero analizando los valores de mayor aceptación durante la evaluación sensorial, el atributo sabor de mayor aceptación es de la muestra “G”.



### ◆ Comparación de los puntajes promedio obtenidos para el DULZOR

La figura 4.3 muestra los puntajes promedios de dulzor obtenidos en la evaluación sensorial de las 8 muestras.

*Figura 4.3 Puntajes de Aceptación de Dulzor*



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el gráfico se observa que las muestras que obtuvieron mejores calificaciones fueron las muestras G con 7.6, H con 7.0 y F con 6.6

#### **Prueba de Fisher**

Como  $F(\text{calculado}) > F(\text{tabulado})$ , al menos una muestra es significativamente diferente, por lo que se aplicó la prueba de Duncan. (ver Anexo D:2.3)

#### **Prueba de Duncan**

El análisis estadístico de la prueba de Duncan (ver Anexo D:2.3) en la etapa de dosificación para el atributo dulzor, se realizó para ver si existe diferencias significativas o no entre los tratamientos. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.6

**Tabla 4.6**

**Prueba de Duncan para el atributo Dulzor**

Tratamiento	Efecto
G – H = 0.6 < 1,203	No hay diferencia significativa
G – F = 1.0 < 1,267	No hay diferencia significativa
G – E = 1.1 < 1,310	No hay diferencia significativa
G – D = 1.6 > 1,335	Si hay diferencia significativa
G – A = 1.8 > 1,361	Si hay diferencia significativa
G – B = 2.7 > 1,378	Si hay diferencia significativa
G – C = 3.2 > 1,395	Si hay diferencia significativa
H – F = 0.4 < 1,203	No hay diferencia significativa
H – E = 0.5 < 1,267	No hay diferencia significativa
H – D = 1.0 < 1,310	No hay diferencia significativa
H – A = 1.2 < 1,335	No hay diferencia significativa
H – B = 2.1 > 1,361	Si hay diferencia significativa
H – C = 2.6 > 1,378	Si hay diferencia significativa
F – E = 0.1 < 1,203	No hay diferencia significativa
F – D = 0.6 < 1,267	No hay diferencia significativa
F – A = 0.8 < 1,310	No hay diferencia significativa
F – B = 1.7 > 1,335	Si hay diferencia significativa
F – C = 2.2 > 1,361	Si hay diferencia significativa
E – D = 0.5 < 1,203	No hay diferencia significativa
E – A = 0.7 < 1,267	No hay diferencia significativa
E – B = 0.6 < 1,310	No hay diferencia significativa
E – C = 2.1 > 1,335	Si hay diferencia significativa
D – A = 0.2 < 1,203	No hay diferencia significativa
D – B = 1.1 < 1,267	No hay diferencia significativa
D – C = 1.6 > 1,310	Si hay diferencia significativa
A – B = 0.9 < 1,203	No hay diferencia significativa
A – C = 1.4 > 1,267	Si hay diferencia significativa
B – C = 0.5 < 1,203	No hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

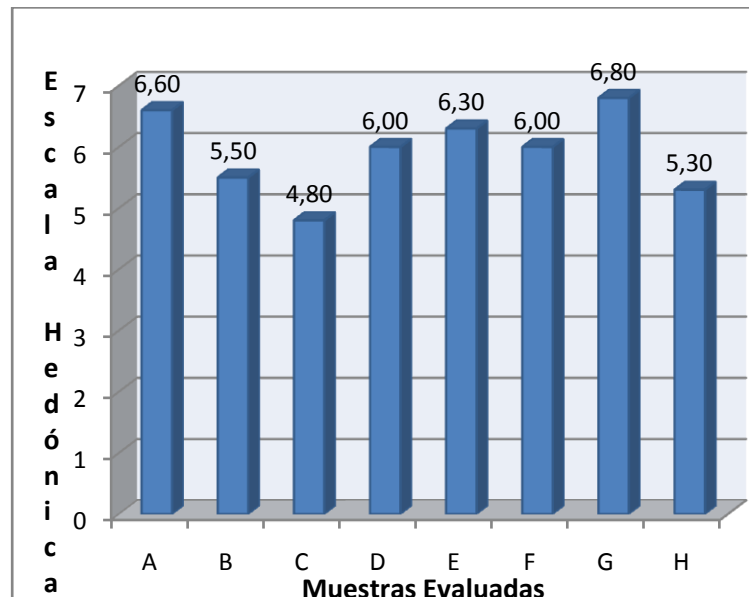
En la tabla 4.6, se puede observar que para los tratamientos (G – H); (G – F); (G – E); (H – F); (H – E); (H – D); (H – A); (F – E); (F – D); (F – A); (E – D); (E – A); (E – B); (D – A); (D – B); (A – B) y (B – C), no existe evidencia estadística; en comparación de los tratamientos (G – D); (G – A); (G – B); (G – C); (H – A); (H – C); (F – B); (F – C); (E – C); (D – C) y (B – C), si hay evidencia estadística, para un límite de confianza del 95%.

Pero analizando los valores de mayor aceptación durante la evaluación sensorial, el atributo dulzor de mayor aceptación es de la muestra “G”.

### ◆ Comparación de los puntajes promedio obtenidos para el ACIDEZ

La figura 4.4 muestra los puntajes promedios de acidez obtenidos en la evaluación sensorial de las 8 muestras.

*Figura 4.4 Puntajes de Aceptación de Acidez*



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el gráfico se observa que las muestras que obtuvieron mejores calificaciones fueron las muestras G con 6.8, A con 6.6 y E con 6.3.

#### **Prueba de Fisher**

Como  $F(\text{calculado}) > F(\text{tabulado})$ , al menos una muestra es significativamente diferente, por lo que se aplicó la prueba de Duncan. (ver Anexo D:2.4)

#### **Prueba de Duncan**

El análisis estadístico de la prueba de Duncan (ver Anexo D:2.4) en la etapa de dosificación para el atributo acidez, se realizó para ver si existe diferencias significativas o no entre los tratamientos. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.7

**Tabla 4.7**

**Prueba de Duncan para el atributo Acidez**

Tratamiento	Efecto
G – A = 0.2 < 1,215	No hay diferencia significativa
G – E = 0.5 < 1,280	No hay diferencia significativa
G – F = 0.8 < 1,323	No hay diferencia significativa
G – D = 0.8 > 1,349	No hay diferencia significativa
G – B = 1.3 < 1,374	No hay diferencia significativa
G – H = 1.5 > 1,392	Si hay diferencia significativa
G – C = 2 > 1,409	Si hay diferencia significativa
A – E = 0.3 < 1,215	No hay diferencia significativa
A – F = 0.6 < 1,280	No hay diferencia significativa
A – D = 0.6 < 1,323	No hay diferencia significativa
A – B = 1.1 < 1,349	No hay diferencia significativa
A – H = 1.3 < 1,374	No hay diferencia significativa
A – C = 1.8 > 1,392	Si hay diferencia significativa
E – F = 0.3 < 1,215	No hay diferencia significativa
E – D = 0.3 < 1,280	No hay diferencia significativa
E – B = 0.8 < 1,323	No hay diferencia significativa
E – H = 1.0 < 1,349	No hay diferencia significativa
E – C = 1.5 > 1,374	Si hay diferencia significativa
F – D = 0 < 1,215	No hay diferencia significativa
F – B = 0.5 < 1,280	No hay diferencia significativa
F – H = 0.7 < 1,323	No hay diferencia significativa
F – C = 1.2 < 1,349	No hay diferencia significativa
D – B = 0.5 < 1,215	No hay diferencia significativa
D – H = 0.7 < 1,280	No hay diferencia significativa
D – C = 1.2 < 1,323	No hay diferencia significativa
B – H = 0.2 < 1,215	No hay diferencia significativa
B – C = 0.7 < 1,280	No hay diferencia significativa
H – C = 0.5 < 1,215	No hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.7, se puede observar que para los tratamientos (G – A); (G – E); (G – F); (G – D); (G – B); (A – E); (A – F); (A – D); (A – B); (A – H); (E – F); (E – D); (E – B); (E – H); (F – D); (F – B); (F – H); (F – C); (D – B); (D – H); (D – C); (B – H); (B – C) y (H – C), no existe evidencia estadística; en comparación de los tratamientos (G – H); (G – C); (A – C) y (E – C), si hay evidencia estadística, para un límite de confianza del 95%.

Pero analizando los valores de mayor aceptación durante la evaluación sensorial, el atributo acidez de mayor aceptación es de la muestra “G”.

En base al análisis sensorial realizado para determinar la dosificación de (agua, suero y azúcar), de las 8 muestras se eligió la muestra “G” que fue la que obtuvo mayor puntaje en la escala de aceptación y que fue significativamente diferente de las demás muestras, resultado obtenido con la ayuda las pruebas de Fisher y Duncan.

#### 4.2.2 DETERMINACIÓN DE LA TEMPERATURA, TIEMPO Y (%) DE ACIDO CITRICO EN LA PASTEURIZACIÓN

Para determinar la temperatura, tiempo y (%) de ácido cítrico se trabajó de acuerdo al diseño experimental planteado en la tabla 3.7 con los niveles de variación que están en la tabla 3.6. La respuesta de pH a las diferentes combinaciones realizadas se muestra a continuación en la tabla 4.8.

**Tabla 4.8**  
*Resultados del Diseño Factorial en la Pasteurización*

Diseño	A	T	t	Replica y <sub>1</sub>	Replica y <sub>2</sub>	Y <sub>i</sub>
1	0,3	65	20	4,58	4,60	9,18
A	0,4	65	20	4,37	4,40	8,77
T	0,3	70	20	4,55	4,60	9,15
AT	0,4	70	20	4,60	4,55	9,15
t	0,3	65	30	4,38	4,40	8,78
At	0,4	65	30	4,65	4,67	9,32
Tt	0,3	70	30	4,59	4,55	9,14
ATt	0,4	70	30	4,68	4,60	9,28
						$\Sigma Y_{ij} = 72,77$

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2.1 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL ATRIBUTO DE pH

En la tabla 4.9 se muestra el análisis de varianza (ver anexo E: 3) realizados con los datos de pH de las replicas I y II, mostrados en la tabla 4.8.

**Tabla 4.9**  
**Análisis de varianza para el Ph**

Fuente de variación (FV)	Suma de Cuadrados (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
SS(T)	0,1600	15	-	-	-
SS(A)	0,0046	1	0,0046	4,83	5,32
SS(T)	0,0281	1	0,0281	29,73	5,32
SS(AT)	0,0000062	1	0,0000062	0,01	5,32
SS(t)	0,0046	1	0,0046	4,83	5,32
SS(At)	0,0743	1	0,0743	78,68	5,32
SS(Tt)	0,0001	1	0,0001	0,06	5,32
SS(ATt)	0,0410	1	0,0410	43,45	5,32
SS(E)	0,0075	8	0,0009	-	-

Fuente: Elaboración propia

\*Significativo.

En la tabla 4-9, se puede observar  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $29,73 > 5,32$ ) para el factor T (Temperatura), siendo significativo, ( $78,68 > 5,32$ ) para la interacción At (% de ácido cítrico - tiempo) que es significativo y ( $43,45 > 5,32$ ) para la interacción ATt (% de ácido cítrico-Temperatura-tiempo) por lo cual se rechaza la  $H_p$ . En comparación ( $F_{cal} < F_{tab}$ ) para el factor A (% de ácido cítrico), interacción AT (% de ácido cítrico-Temperatura); para el factor t (tiempo); inter e interacción Tt (Temperatura - tiempo), que no son significativos para  $p < 0,05$ ; por lo cual se acepta la  $H_p$ .

En base a este análisis estadístico, se puede decir que la interacción At (% de ácido cítrico-tiempo), es la que tiene mayor importancia (significativo) en el proceso de pasteurización.

#### **4.2.2.2 PROMEDIO DE ACEPTACIÓN DEL AROMA, SABOR, DULZOR Y ACIDEZ**

La tabla 4.10 se muestran los promedios obtenidos en la evaluación sensorial para los atributos de aroma, sabor, dulzor y acidez en el proceso de pasteurización, de las ocho primeras muestras.

**Tabla 4.10**

***Promedio de los Resultados de la Evaluación Sensorial***

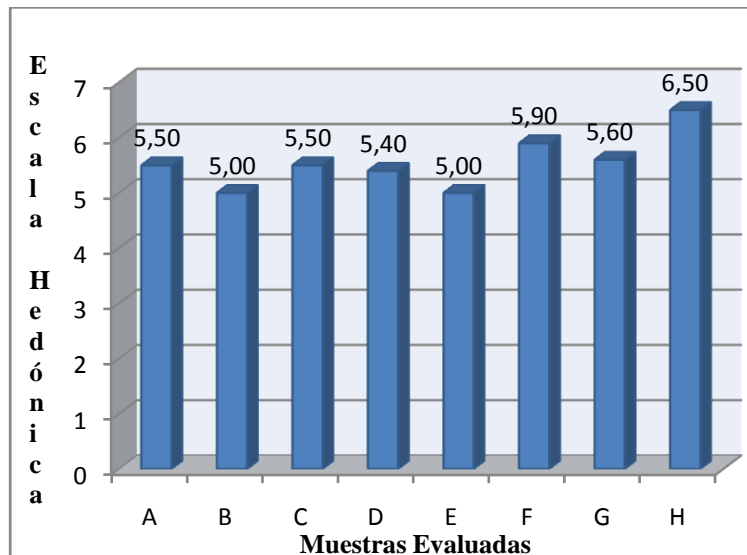
<b>Muestras</b>	<b>Aroma</b>	<b>Sabor</b>	<b>Dulzor</b>	<b>Acidez</b>
A	5,50	6,00	4,70	5,10
B	5,00	4,70	5,10	5,00
C	5,50	4,90	4,20	5,60
D	5,50	5,00	5,20	5,60
E	5,00	5,40	5,80	5,00
F	5,90	5,70	5,10	5,90
G	5,60	5,50	5,40	5,50
H	6,50	6,20	6,70	6,50

Fuente: Elaboración propia

### ◆ Comparación de los puntajes promedio obtenidos para el AROMA

La figura 4.5 muestra los puntajes promedios de aroma obtenidos en la evaluación sensorial de las 8 muestras.

*Figura 4.5 Puntajes de Aceptación de Aroma*



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el gráfico se observa que las muestras que obtuvieron mejores calificaciones fueron las muestras H con 6.5, F con 5.9 y G con 5.6.

#### **Prueba de Fisher**

Como  $F(\text{calculado}) > F(\text{tabulado})$ , al menos una muestra es significativamente diferente, por lo que se aplicó la prueba de Duncan. (ver Anexo D:3.1)

#### **Prueba de Duncan**

El análisis estadístico de la prueba de Duncan (ver Anexo D:3.1) en la etapa de pasteurización para el atributo aroma, se realizó para ver si existe diferencias significativas o no entre los tratamientos. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.11.



**Tabla 4.11**

**Prueba de Duncan para el atributo Aroma**

Tratamiento	Efecto
H – C = 0.5 < 1,061	No hay diferencia significativa
H – F = 0.6 < 1,117	No hay diferencia significativa
H – G = 0.9 < 1,155	No hay diferencia significativa
H – A = 1.0 < 1,178	No hay diferencia significativa
H – D = 1.1 < 1,200	No hay diferencia significativa
H – B = 1.5 > 1,215	Si hay diferencia significativa
H – E = 1.5 > 1,230	Si hay diferencia significativa
C – F = 0.1 < 1,061	No hay diferencia significativa
C – G = 0.4 < 1,117	No hay diferencia significativa
C – A = 0.5 < 1,155	No hay diferencia significativa
C – D = 0.6 < 1,178	No hay diferencia significativa
C – B = 1.0 < 1,200	No hay diferencia significativa
C – E = 1.0 < 1,215	No hay diferencia significativa
F – G = 0.3 < 1,061	No hay diferencia significativa
F – A = 0.4 < 1,117	No hay diferencia significativa
F – D = 0.5 < 1,155	No hay diferencia significativa
F – B = 0.9 < 1,178	No hay diferencia significativa
F – E = 0.9 > 1,200	No hay diferencia significativa
G – A = 0.1 < 1,061	No hay diferencia significativa
G – D = 0.2 < 1,117	No hay diferencia significativa
G – B = 0.6 < 1,155	No hay diferencia significativa
G – E = 0.6 < 1,178	No hay diferencia significativa
A – D = 0.1 < 1,061	No hay diferencia significativa
A – B = 0.5 < 1,117	No hay diferencia significativa
A – E = 0.5 < 1,155	No hay diferencia significativa
D – B = 0.4 < 1,061	No hay diferencia significativa
D – E = 0.4 < 1,117	No hay diferencia significativa
B – E = 0.0 < 1,061	No hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

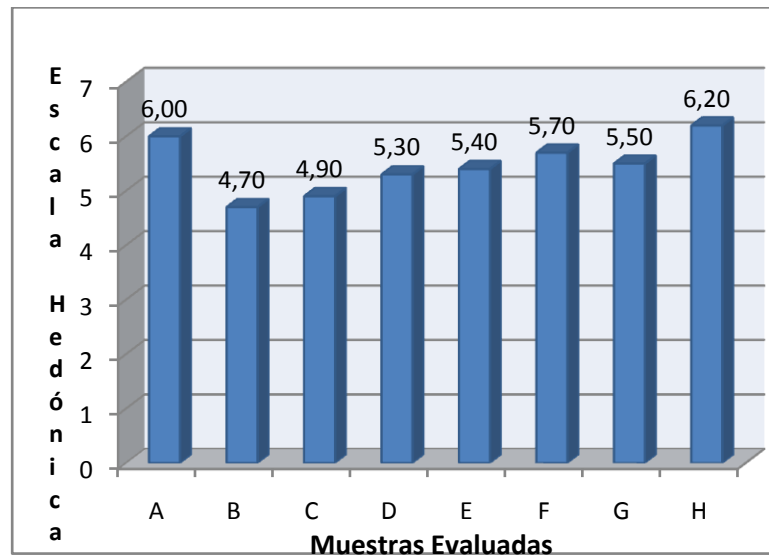
En la tabla 4.11, se puede observar que para los tratamientos (H – C); (H – F); (H – G); (H – A); (H – D); (C – F); (C – G); (C – A); (C – D); (C – B); (C – E); (F – G); (F – A); (F – D); (F – B); (F – E); (G – A); (G – D); (G – B); (G – E); (A – D); (A – B); (A – E); (D – B); (D – E) y (B – E), no existe evidencia estadística; en comparación de los tratamientos (H – B) y (H – E), si hay evidencia estadística, para un límite de confianza del 95%.

Pero analizando los valores de mayor aceptación durante la evaluación sensorial, el atributo acidez de mayor aceptación es de la muestra “H”.

## ◆ Comparación de los puntajes promedio obtenidos para el SABOR

La figura 4.6 muestra los puntajes promedios de aroma obtenidos en la evaluación sensorial de las 8 muestras.

*Figura 4.6 Puntajes de Aceptación de Sabor*



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el gráfico se observa que las muestras que obtuvieron mejores calificaciones fueron las muestras H con 6.2, A con 6.0 y F con 5.7.

### **Prueba de Fisher**

Como  $F(\text{calculado}) > F(\text{tabulado})$ , al menos una muestra es significativamente diferente, por lo que se aplicó la prueba de Duncan. (ver Anexo D:3.2)

### **Prueba de Duncan**

El análisis estadístico de la prueba de Duncan (ver Anexo D:3.2) en la etapa de pasteurización para el atributo sabor, se realizó para ver si existe diferencias significativas o no entre los tratamientos. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.12.

**Tabla 4.12**

**Prueba de Duncan para el atributo Sabor**

Tratamiento		Efecto
H – A = 0.2 <	1,092	No hay diferencia significativa
H – F = 0.5 <	1,150	No hay diferencia significativa
H – G = 0.7 <	1,189	No hay diferencia significativa
H – E = 0.8 <	1,212	No hay diferencia significativa
H – D = 0.9 <	1,235	No hay diferencia significativa
H – C = 1.3 >	1,251	Si hay diferencia significativa
H – B = 1.5 >	1,266	Si hay diferencia significativa
A – F = 0.3 <	1,092	No hay diferencia significativa
A – G = 0.5 <	1,150	No hay diferencia significativa
A – E = 0.6 <	1,189	No hay diferencia significativa
A – D = 0.7 <	1,212	No hay diferencia significativa
A – C = 1.1 <	1,235	No hay diferencia significativa
A – B = 1.3 >	1,251	Si hay diferencia significativa
F – G = 0.2 <	1,092	No hay diferencia significativa
F – E = 0.3 <	1,150	No hay diferencia significativa
F – D = 0.4 <	1,189	No hay diferencia significativa
F – C = 0.8 <	1,212	No hay diferencia significativa
F – B = 1.0 <	1,235	No hay diferencia significativa
G – E = 0.1 <	1,061	No hay diferencia significativa
G – D = 0.2 <	1,117	No hay diferencia significativa
G – C = 0.6 <	1,155	No hay diferencia significativa
G – B = 0.8 <	1,178	No hay diferencia significativa
E – D = 0.1 <	1,061	No hay diferencia significativa
E – C = 0.5 <	1,117	No hay diferencia significativa
E – B = 0.7 <	1,155	No hay diferencia significativa
D – C = 0.4 <	1,061	No hay diferencia significativa
D – B = 0.6 <	1,117	No hay diferencia significativa
C – B = 0.2 <	1,061	No hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

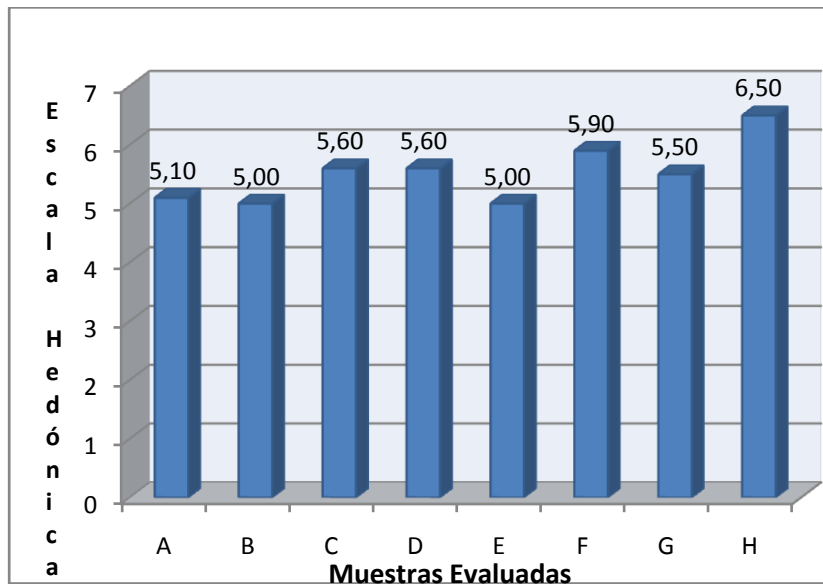
En la tabla 4.12, se puede observar que para los tratamientos (H – A); (H – F); (H – G); (H – E); (H – D); (A – F); (A – G); (A – E); (A – D); (A – C); (F – G); (F – E); (F – D); (F – C); (F – C); (F – B); (G – E); (G – D); (G – C); (G – B); (E – D); (E – C); (E – B); (D – C); (D – B) y (C – B), no existe evidencia estadística; en comparación de los tratamientos (H – C); (H – B) y (C – B), si hay evidencia estadística, para un límite de confianza del 95%.

Pero analizando los valores de mayor aceptación durante la evaluación sensorial, el atributo acidez de mayor aceptación es de la muestra “H”.

### ◆ Comparación de los puntajes promedio obtenidos para el DULZOR

La figura 4.7 muestra los puntajes promedios de aroma obtenidos en la evaluación sensorial de las 8 muestras.

*Figura 4.7 Puntajes de Aceptación de Dulzor*



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el gráfico se observa que las muestras que obtuvieron mejores calificaciones fueron las muestras H con 6.5, F con 5.9 y C con 5.6.

#### **Prueba de Fisher**

Como  $F(\text{calculado}) > F(\text{tabulado})$ , al menos una muestra es significativamente diferente, por lo que se aplicó la prueba de Duncan. (ver Anexo D:3.3)

#### **Prueba de Duncan**

El análisis estadístico de la prueba de Duncan (ver Anexo D:3.3) en la etapa de pasteurización para el atributo dulzor, se realizó para ver si existe diferencias significativas o no entre los tratamientos. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.13.

**Tabla 4.13**

**Prueba de Duncan para el atributo Dulzor**

Tratamiento		Efecto
H – F = 0.6 <	1,145	No hay diferencia significativa
H – C = 0.9 <	1,205	No hay diferencia significativa
H – D = 0.9 >	1,246	Si hay diferencia significativa
H – G = 1.0 >	1,270	Si hay diferencia significativa
H – A = 1.4 >	1,294	Si hay diferencia significativa
H – B = 1.5 >	1,311	Si hay diferencia significativa
H – E = 1.5 >	1,327	Si hay diferencia significativa
F – C = 0.3 <	1,145	No hay diferencia significativa
F – D = 0.3 <	1,205	No hay diferencia significativa
F – G = 0.4 <	1,246	No hay diferencia significativa
F – A = 0.8 <	1,270	No hay diferencia significativa
F – B = 0.9 <	1,294	No hay diferencia significativa
F – E = 0.9 <	1,311	No hay diferencia significativa
C – D = 0.0 <	1,145	No hay diferencia significativa
C – G = 0.1 <	1,205	No hay diferencia significativa
C – A = 0.5 <	1,246	No hay diferencia significativa
C – B = 0.6 <	1,270	No hay diferencia significativa
C – E = 0.6 <	1,294	No hay diferencia significativa
D – G = 0.1 <	1,145	No hay diferencia significativa
D – A = 0.5 <	1,205	No hay diferencia significativa
D – B = 0.6 <	1,246	No hay diferencia significativa
D – E = 0.6 <	1,270	No hay diferencia significativa
G – A = 0.4 <	1,145	No hay diferencia significativa
G – B = 0.5 <	1,205	No hay diferencia significativa
G – E = 0.5 <	1,246	No hay diferencia significativa
A – B = 0.1 <	1,145	No hay diferencia significativa
A – E = 0.1 <	1,205	No hay diferencia significativa
B – E = 0.0 <	1,145	No hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

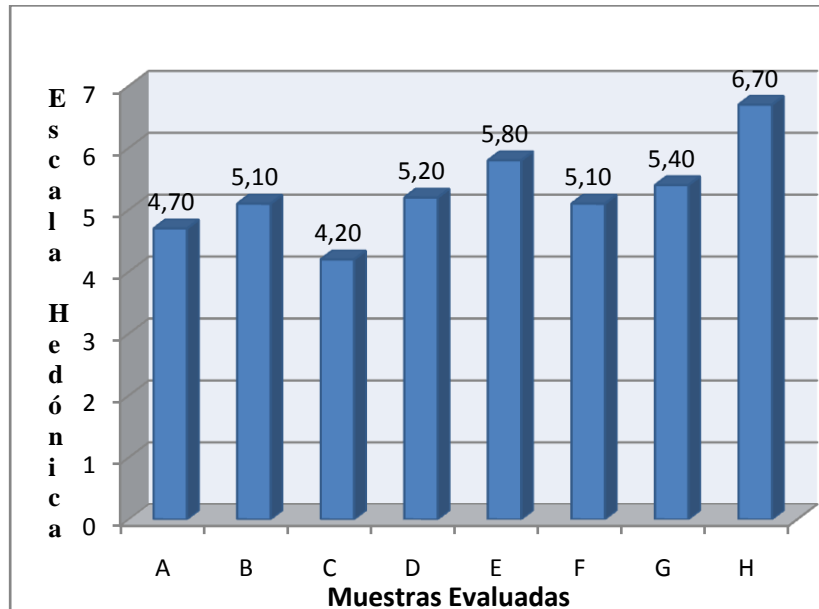
En la tabla 4.13, se puede observar que para los tratamientos (H – F); (H – C); (F – C); (F – D); (F – G); (F – A); (F – B); (F – E); (C – D); (C – G); (C – A); (C – B); (C – E); (D – G); (D – A); (D – B); (D – E); (G – A); (G – B); (G – E); (A – B); (A – E) y (B – E), no existe evidencia estadística; en comparación de los tratamientos (H – D); (H – G); (H – A); (H – B) y (H – E), si hay evidencia estadística, para un límite de confianza del 95%.

Pero analizando los valores de mayor aceptación durante la evaluación sensorial, el atributo acidez de mayor aceptación es de la muestra “H”.

### ◆ Comparación de los puntajes promedio obtenidos para el ACIDEZ

La figura 4.8 muestra los puntajes promedios de aroma obtenidos en la evaluación sensorial de las 8 muestras.

*Figura 4.8 Puntajes de Aceptación de Acidez*



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el gráfico se observa que las muestras que obtuvieron mejores calificaciones fueron las muestras H con 6.7, F con 5.8 y C con 5.4.

#### **Prueba de Fisher**

Como  $F(\text{calculado}) > F(\text{tabulado})$ , al menos una muestra es significativamente diferente, por lo que se aplicó la prueba de Duncan. (ver Anexo D:3.4)

#### **Prueba de Duncan**

El análisis estadístico de la prueba de Duncan (ver Anexo D:3.4) en la etapa de pasteurización para el atributo acidez, se realizó para ver si existe diferencias significativas o no entre los tratamientos. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.14.

**Tabla 4.14**

**Prueba de Duncan para el atributo Acidez**

Tratamiento	Efecto
H – E = 0.9 < 1,333	No hay diferencia significativa
H – G = 1.3 < 1,404	No hay diferencia significativa
H – D = 1.5 > 1,451	Si hay diferencia significativa
H – B = 1.6 > 1,480	Si hay diferencia significativa
H – F = 1.6 > 1,508	Si hay diferencia significativa
H – A = 2.0 > 1,527	Si hay diferencia significativa
H – C = 2.5 > 1,546	Si hay diferencia significativa
E – G = 0.4 < 1,333	No hay diferencia significativa
E – D = 0.6 < 1,404	No hay diferencia significativa
E – B = 0.7 < 1,451	No hay diferencia significativa
E – F = 0.7 < 1,480	No hay diferencia significativa
E – A = 1.1 < 1,508	No hay diferencia significativa
E – C = 1.6 > 1,527	Si hay diferencia significativa
G – D = 0.2 < 1,333	No hay diferencia significativa
G – B = 0.3 < 1,404	No hay diferencia significativa
G – F = 0.3 < 1,451	No hay diferencia significativa
G – A = 0.7 < 1,480	No hay diferencia significativa
G – C = 1.2 < 1,508	No hay diferencia significativa
D – B = 0.1 < 1,333	No hay diferencia significativa
D – F = 0.1 < 1,404	No hay diferencia significativa
D – A = 0.5 < 1,451	No hay diferencia significativa
D – C = 1.0 < 1,480	No hay diferencia significativa
B – F = 0.0 < 1,333	No hay diferencia significativa
B – A = 0.4 < 1,404	No hay diferencia significativa
B – C = 0.9 < 1,451	No hay diferencia significativa
F – A = 0.4 < 1,333	No hay diferencia significativa
F – C = 0.9 < 1,404	No hay diferencia significativa
A – C = 0.5 < 1,333	No hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.13, se puede observar que para los tratamientos (H – E); (H – G); (E – G); (E – D); (E – B); (E – F); (E – A); (G – D); (G – B); (G – F); (G – A); (G – C); (D – B); (D – F); (D – A); (D – C); (B – F); (B – A); (B – C); (F – A); (F – C) y (A – C), no existe evidencia estadística; en comparación de los tratamientos (H – D); (H – B); (H – F); (H – A); (H – C) y (E – C) si hay evidencia estadística, para un límite de confianza del 95%.

Pero analizando los valores de mayor aceptación durante la evaluación sensorial, el atributo acidez de mayor aceptación es de la muestra “H”.

En base al análisis sensorial realizado para determinar la temperatura, tiempo y % de ácido cítrico, de las 8 muestras se eligió la muestra “H” que fue la que obtuvo mayor puntaje en la escala de aceptación y que fue significativamente diferente de las demás muestras, resultado obtenido con la ayuda de las pruebas de Fisher y Duncan.

#### 4.2.3 SELECCIÓN DEL PRODUCTO FINAL

Para la selección del producto final se elaboró una muestra, con las características ya establecidas de % de suero, % de agua y % de azúcar en la dosificación y temperatura, tiempo y % de ácido cítrico en la pasteurización. El producto fue saborizado con 5 sabores a frutas diferentes (ver Tabla 4.15) para luego somerla a una evaluación sensorial (ver Anexo C,3), con 10 jueces no entrenados y seleccionar el producto que presente el mejor sabor.

**Tabla 4.15**  
**Muestras saborizadas**

<b>Muestras</b>	<b>Sabor</b>
A	Manzana
B	Mandarina
C	Naranja
D	Maracuyá
E	Durazno

Fuente: Elaboración propia.



### 4.2.3.1 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA SELECCIONAR LA MUESTRA FINAL

Los resultados promedios obtenidos en el análisis sensorial (ver Anexo D.4), se muestra en la tabla 4.16 siendo el máximo puntaje asignado 5.

**Tabla 4.16**  
**Valores promedios de la selección del producto final**

Muestras	Valor promedio
A	3.90
B	1.90
C	2.70
D	3.30
E	2.90

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados se observa que la muestra A tiene el mayor promedio (sabor manzana).

Los porcentajes de aceptación de las muestras saborizadas se muestran en la figura 4.9 los cuales fueron calculados con los datos de la tabla 4.16 y la ecuación 4.1.

$$\% A = (P*100)/T \quad [\text{Ec. 4.1}]$$

**Donde:**

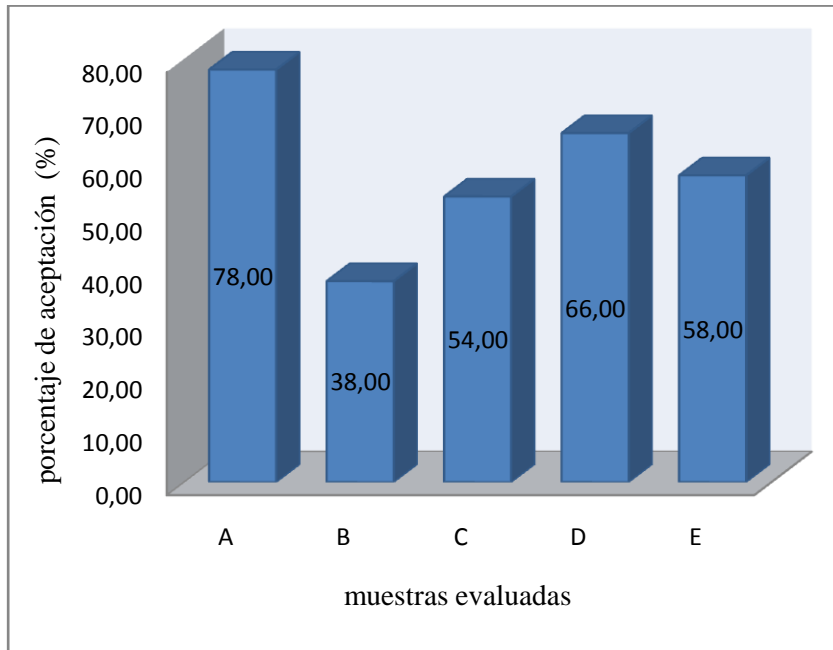
**% A** = Porcentaje de aceptación.

**P** = Promedio de la muestra.

**T** = Puntaje máximo.

**Figura 4.9**

**Porcentaje de aceptación de los diferentes sabores del producto**



Fuente: Elaboración propia

De las cuatro muestras evaluadas la muestra A (sabor manzana) es la que tiene mayor aceptación con un 78 %, seguida de la muestra D (sabor maracuyá) con 66 %, luego está la muestra E (sabor durazno) con 58 %, luego está la muestra C (sabor naranja) con 54 %, y finalmente la muestra B (sabor mandarina) con un 38% de aceptación. Por lo tanto las diferentes muestras saborizadas después del análisis sensorial nos indica a la muestra A sabor manzana como la más aceptada por los jueces.

### **4.3 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO**

Con el propósito de conocer las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas del producto se realizaron los siguientes análisis.

### 4.3.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL PRODUCTO

En la tabla 4.17 se muestran los resultados del análisis fisicoquímico realizado al producto (ver Anexo B.3).

**Tabla 4.17**  
**Análisis fisicoquímico del producto**

Parámetro	Unidad de medida	Bebida refrescante
Acidez (como ácido láctico)	%	0,06
Cenizas	%	0,29
Hidratos de carbono	%	10,80
Materia grasa	%	0,01
Humedad	%	89,43
Proteína total (N <sub>x</sub> 6.38)	%	0,47
Sólidos totales	%	10.57

Fuente: CEANID, 2011

### 4.3.2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PRODUCTO

En la tabla 4.18, se puede observar los resultados del análisis microbiológico (ver Anexo B.3), realizado al producto terminado según lo requerido por la norma boliviana para bebidas refrescantes.

**Tabla 4.18**  
**Análisis microbiológico del producto**

Detalle	Unidades	Resultado
Coniformes totales	NMP/ml	0
Coniformes fecales	NMP/ml	0

Fuente: CEANID 2011

### 4.3.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO

Para realizar el análisis sensorial del producto final, sabor manzana, se tomo en cuenta los atributos de aroma, sabor, dulzor y acidez. Los resultados promedios obtenidos se muestran en la tabla 4.19 para cada parámetro evaluado, en base a 12 jueces no entrenados.

**Tabla 4.19**

**Resultados promedios de los atributos evaluados en el producto final**

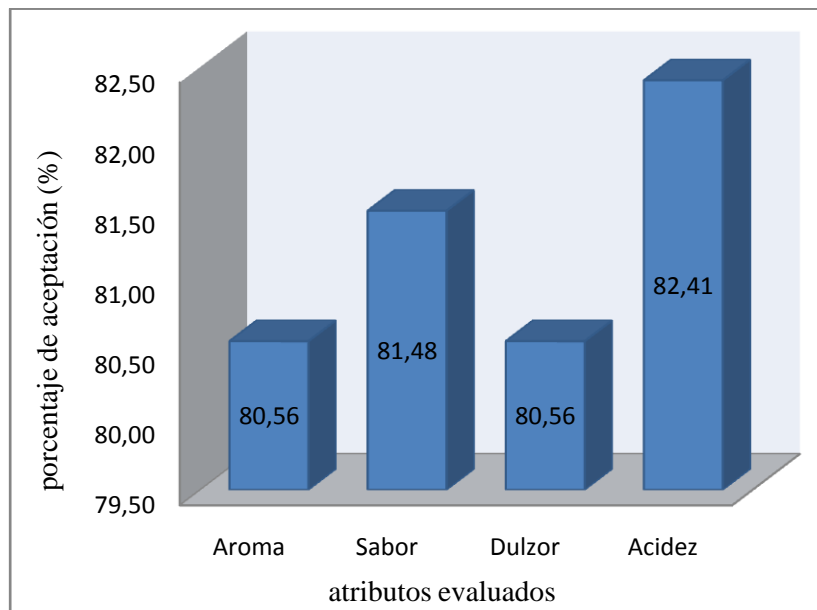
Muestra	Aroma	Sabor	Dulzor	Acidez
MF	7,9	8	7,8	8,2

Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes de aceptación de los atributos evaluados se muestran en la figura 4.10, los cuales fueron obtenidos con los datos de la tabla 4.19 y la ecuación 4.1.

**Figura 4.10**

**Porcentaje de aceptación de los atributos evaluados en el producto final**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4 ANALISIS DE DEGUSTACIÓN Y ENCUESTA DEL PRODUCTO FINAL

La degustación y encuesta (ver Anexo C.5) del producto final, se realizo con 12 jueces no entrenados.

En la tabla 4.20 se muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 4.20**  
**Resultados de la degustación y encuesta del producto final**

Pregunta 1		Pregunta 2			Pregunta 3		Pregunta 4	
Si	No	Mas	Igual	Menos	Si	No	Si	No
10	2	7	4	1	10	2	12	-

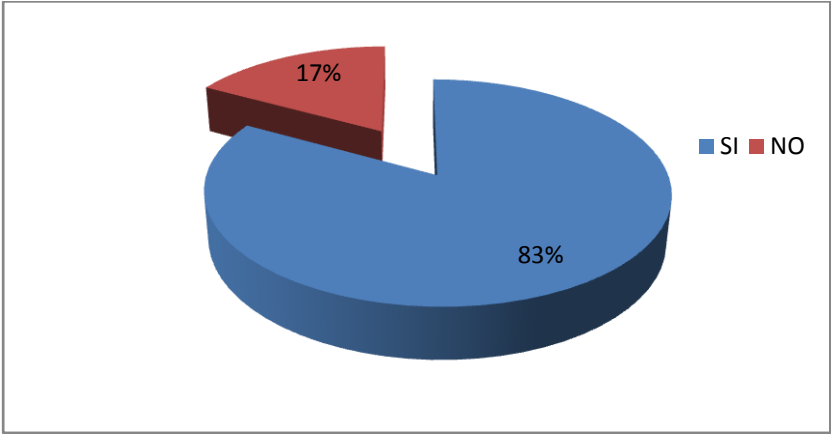
Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en la encuesta se grafican a continuación:

**Pregunta 1: ¿le parece que el producto tiene un sabor diferente?**

El 83 % de los encuestados notaron un sabor diferente a las bebidas refrescantes que normalmente consumen mientras que el 17% no percibieron ningún sabor diferente a la bebida que frecuentemente consumen. Como se puede ver en la figura 4.11.

**Figura 4.11**  
**Porcentaje de personas que sienten un sabor diferente**

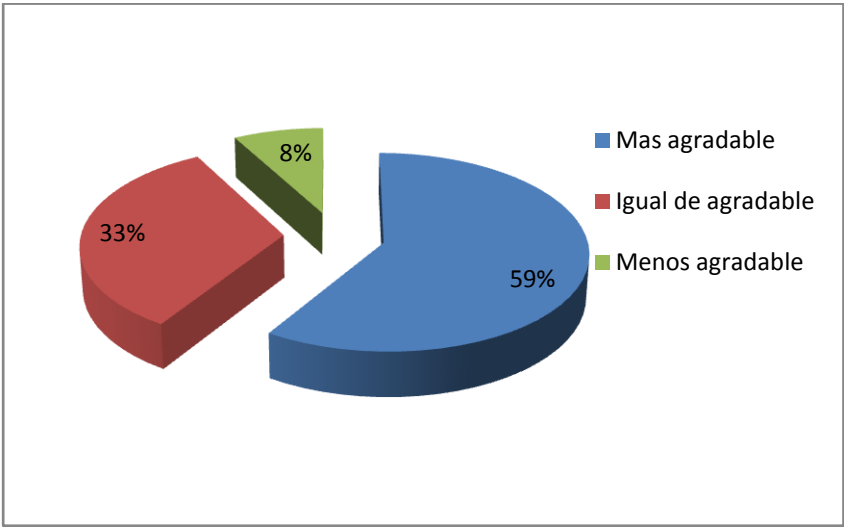


Fuente: Elaboración propia

**Pregunta 2: ¿le parece más o menos agradable que la bebida refrescante que frecuentemente consume?**

De todas las personas encuestadas, el 58% le resulto más agradable, el 33% le resulto igual de agradable y el 8% le pareció menos agradable que la bebida refrescante que normalmente consumen. Como se puede ver en la figura 4.12.

**Figura 4.12**  
**Porcentaje de agrado del producto**



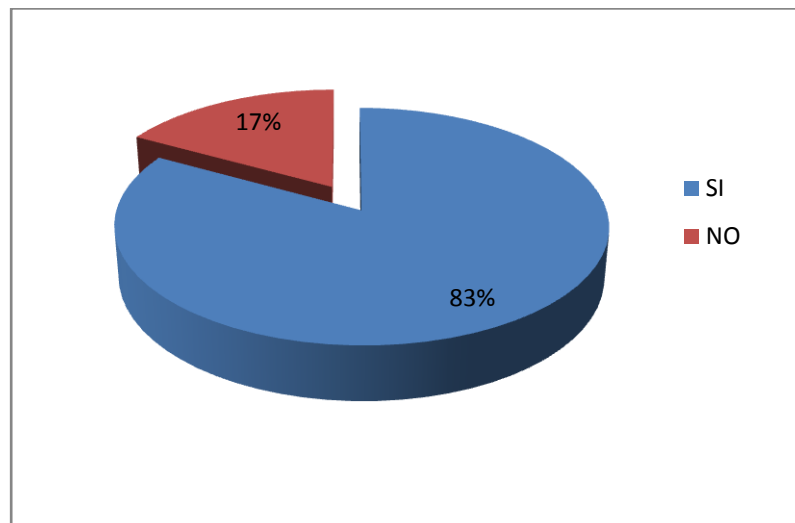
Fuente: Elaboración propia

**Pregunta 3: ¿siente usted el sabor a lactosuero en el producto?**

De todas las personas encuestadas, el 83% sintieron el sabor a lactosuero en el producto, mientras que el 17% de los encuestados no sintieron el sabor a lacto suero. Como se puede apreciar en la figura 4.13.

**Figura 4.13**

**Porcentaje de personas que sienten el sabor a lactosuero en el producto**



Fuente: Elaboración propia

**Pregunta 4: ¿En términos generales le agrada el producto?**

Al 100% de las personas encuestadas les agrada el producto obtenido.



#### 4.4 BALANCE DE MATERIA

Los balances de materia y energía son una contabilidad de entradas y salidas de materiales y energía de un proceso o de una parte de éste. Estos balances, se basan en las leyes de la conservación de la masa y la energía. Estas leyes indican que la masa y energía son constantes y que por lo tanto la masa y la energía entrante a un proceso, deben ser iguales a la masa y energía salientes a menos que se produzca una acumulación dentro del proceso (32).

El balance de materia para la obtención de *una bebida refrescante con base en lactosuero dulce de queso fresco*, se realizó tomando en cuenta el siguiente diagrama de bloques representado en la figura 4.14.

**Donde:**

**S<sub>1</sub>**= Suero inicial

**S<sub>2</sub>**= Suero higienizado

**R<sub>c</sub>**= Resto de cuajada

**M<sub>g</sub>**= Materia grasa

**S<sub>p</sub>**= Suero perdido en la descremadora

**S<sub>3</sub>**= Suero descremado

**H**= Agua

**A**= Azúcar

**K**= Sorbato de potasio

**B**= Benzoato de sodio

**C**= Colorante

**E**= Estabilizante

**P<sub>i</sub>**= Producto inicial

**P<sub>p</sub>**= Producto pasteurizado

**V<sub>c</sub>**= Vapor condensado

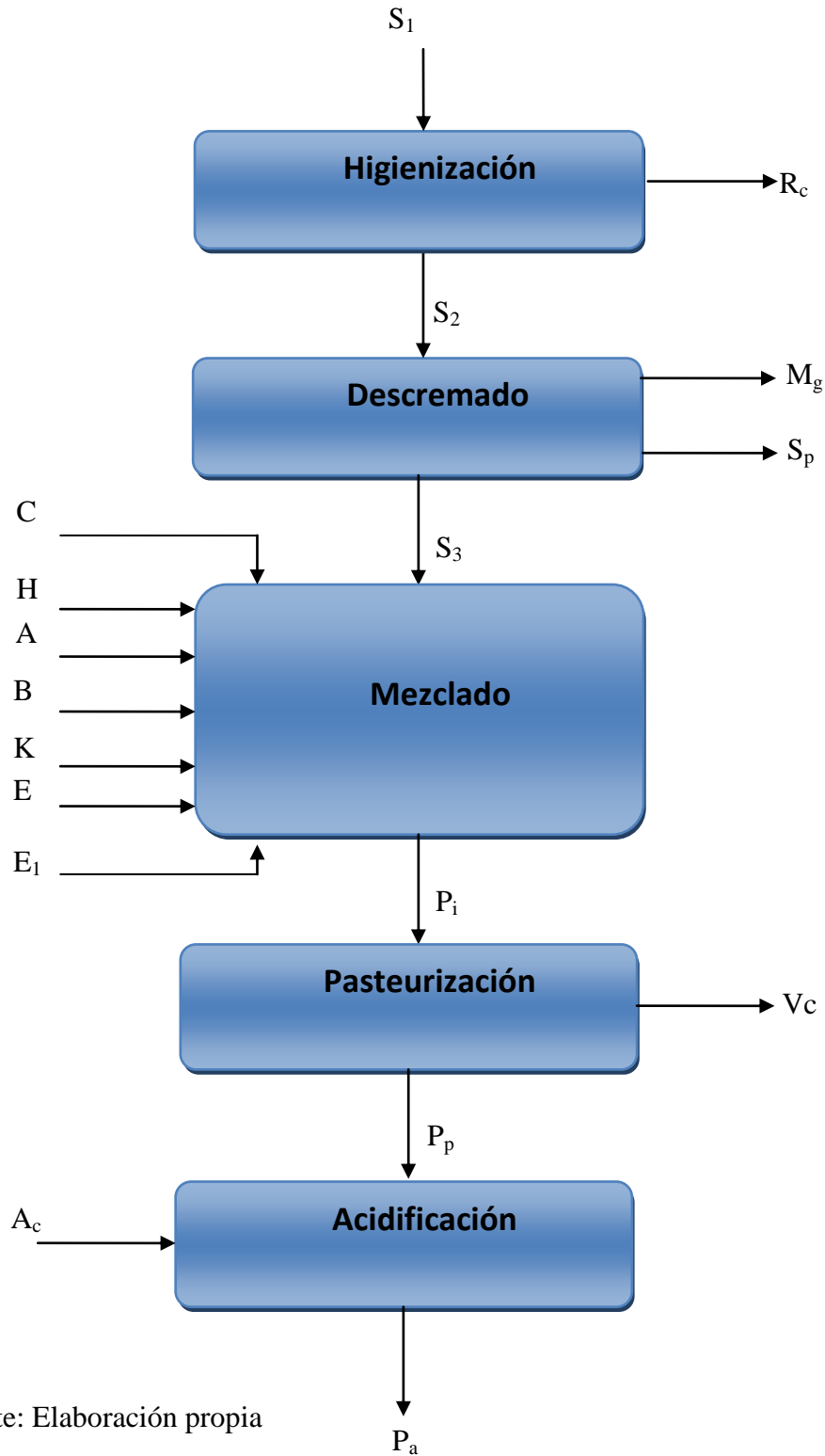
**P<sub>a</sub>**= Producto acidificado

**A<sub>c</sub>**= Acido cítrico pasteurizado

**E<sub>1</sub>**= Esencia

Figura 4.14

Diagrama de bloques del balance de materia de la “Bebida refrescante”



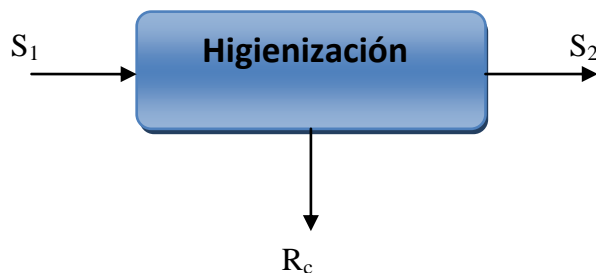
Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE HIGIENIZACIÓN DEL LACTOSUERO

En la figura 4.15, se muestra el proceso de higienización de la materia prima. Para realizar el balance de materia, se tomo en cuenta los datos obtenidos durante el proceso de elaboración de la bebida refrescante.

**Figura 4.15**

**Balance de materia en el proceso de higienización**



**Datos:**

$S_1 = \text{Suero inicial} = 2000\text{g}$

$S_2 = \text{Suero higienizado} = ?$

$R_c = \text{cantidad de cuajada que se recupera durante la higienización} = 400\text{g}$

**Balance global en la higienización**

$$S_1 = S_2 - C \quad (\text{Ec 4-2}) \quad \text{Donde:} \quad S_2 = S_1 - C \quad (\text{Ec 4-3})$$

$$S_2 = 2000\text{g} - 400\text{g}$$

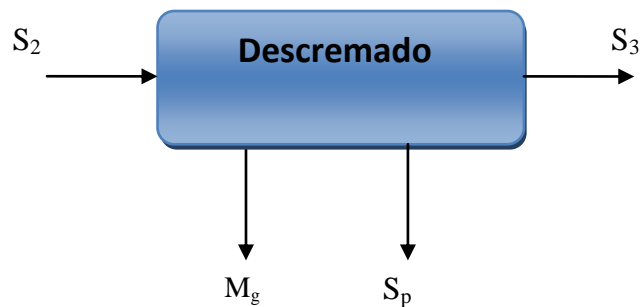
$$S_2 = 1600\text{g}$$

De los 2000g de suero que higienizamos 400g corresponde a restos de cuajada y 1600g de suero libre de restos de cuajada.

#### 4.4.2 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE DESCREMADO

En la figura 4.16, se muestra el proceso de descremado de la materia prima. Por medio del balance de materia y los datos obtenidos en el análisis fisicoquímico (ver Anexo B.2) se podrá determinar la cantidad de materia grasa que se extrajo del suero con la ayuda de la descremadora centrífuga.

**Figura 4.16**  
**Balance de materia en el proceso de descremado**



**Datos:**

$S_2$  = Suero higienizado = 1600g

$S_3$  = Suero descremado = 1500g

$S_p$  = Suero perdido en la descremadora = 95g

$M_g$  = Materia grasa = ?

**Balance global en el descremado**

$$S_2 = S_3 + S_p + M_g \quad (\text{Ec 4-4}) \quad \text{Donde:} \quad M_g = S_2 - S_3 - S_p \quad (\text{Ec 4-5})$$

$$M_g = 1600g - 1500g - 95g$$

$$M_g = 5g$$

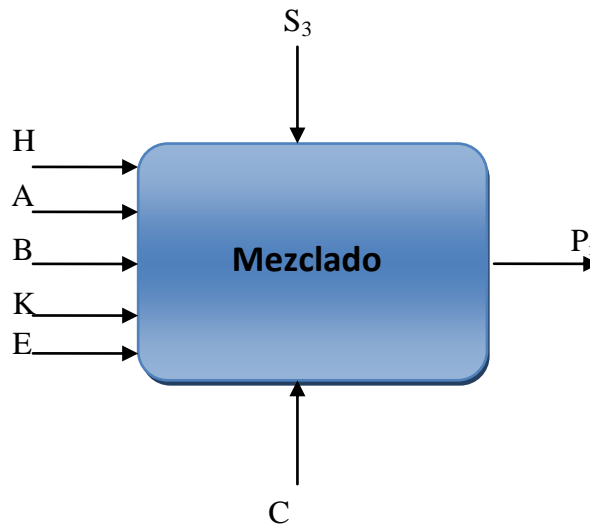
La materia grasa que se pudo extraer del suero con la ayuda de la descremadora centrífuga a una temperatura 45°C fue de 5g.

### 4.4.3 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE MEZCLADO

En la figura 4.17, se muestra el proceso de mezclado de la materia prima, insumos y aditivos para la elaboración de la bebida refrescante.

**Figura 4.17**

**Balance de materia en el proceso de mezclado**



**Datos:**

$S_3$  = Suero descremado = 1500g

$X_{S3}$  = Sólidos totales del suero = 6.4

H = Agua = 1300g

$X_H$  = Sólidos totales del agua = 0

A = Azúcar = 195g

$X_A$  = Sólidos totales del azúcar = 100

B = Benzoato de Na = 1.5g

$X_B$  = Sólidos totales del benzoato de Na = 40

K = Sorbato de K = 1.5g

$X_K$  = Sólidos totales del sorbato de K = 40

E = Estabilizante = 0.03g

$X_E$  = Sólidos totales del estabilizante = 100

C = Materia colorante = 0.04g

$X_c$  = Sólidos totales del colorante = 100

$P_i$  = producto inicial = ?

$X_{P_i}$  = Sólidos totales del producto inicial = ?

$E_1$  = Esencia = 0.03g

$X_{E_1}$  = Sólidos totales de la esencia = 80

### Balance global en el mezclado

$$P_i = S_3 + H + A + B + K + E + C + E_1 \quad (\text{Ec 4-6})$$

$$P_i = 1500\text{g} + 1300\text{g} + 195\text{g} + 1.5\text{g} + 1.5\text{g} + 0.03\text{g} + 0.04\text{g} + 0.03\text{g}$$

$$P_i = 2998.1\text{g}$$

### Balance parcial para los sólidos totales en el mezclado

$$P_i X_{P_i} = S_3 X_{S_3} + H X_H + A X_A + B X_B + K X_K + E X_E + C X_C + E_1 X_{E_1}$$

$$P_i X_{P_i} = S_3 X_{S_3} + A X_A + B X_B + K X_K + E X_E + C X_C \quad (\text{Ec 4-7})$$

$$P_i X_{P_i} = (1500 \cdot 6.4) + (195 \cdot 100) + (1.5 \cdot 100) + (1.5 \cdot 100) + (0.03 \cdot 100) + (0.04 \cdot 100) + (0.03 \cdot 80)$$

$$P_i X_{P_i} = 9600 + 19500 + 150 + 150 + 3 + 3 + 4 + 2.4$$

$$P_i X_{P_i} = 29412$$

$$X_{P_i} = 29412 / P_i$$

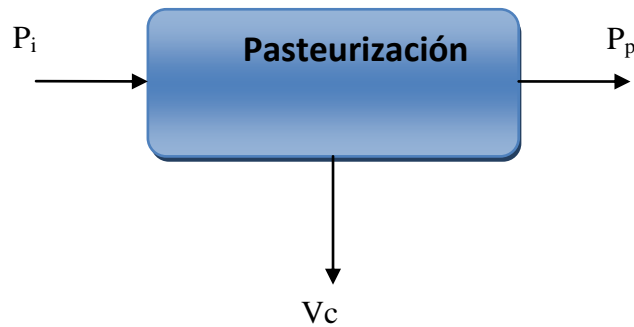
$$X_{P_i} = 29412 / 2998.1$$

$$X_{P_i} = 9.8 \text{ de sólidos totales en el producto inicial}$$

#### 4.4.4 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE PASTEURIZACIÓN

En la figura 4.18, se muestra el proceso de pasteurización del producto, para realizar el balance de materia, se utilizaron datos experimentales del proceso de pasteurización del producto.

**Figura 4.18**  
**Balance de materia en el proceso de pasteurización**



**Datos:**

$P_i$  = Producto inicial = 2998.1g     $X_{P_i}$  = Sólidos totales del producto inicial = 9.8

$P_p$  = Producto pasteurizado = ?     $X_{P_p}$  = Sólidos totales del producto pasteurizado = 10.6

$V_c$  = vapor condensado = ?     $X_{V_c}$  = Sólidos totales del vapor condensado = 0

**Balance global en la pasteurización**

$$P_i = V_c + P_p \quad (\text{Ec 4-8}) \quad \text{Donde: } V_c = P_i - P_p \quad (\text{Ec 4.9})$$

### Balance parcial para los sólidos totales en la pasteurización

$$P_i X_{pi} = V_c X_{vc} + P_p X_{pp} \quad (\text{Ec 4-10})$$

$$P_p = P_i X_{pi} / X_{pp} \quad (\text{Ec 4-11})$$

$$P_p = (2998.1 * 9.8) / 10.6$$

$$P_p = 2771.8\text{g}$$

Obtenemos 2771.8g de un producto pasteurizado con 10.6 % de sólidos totales.

### Reemplazando valores en la ecuación 4-9

$$V_c = P_i - P_p$$

$$V_c = 2998.1\text{g} - 2771.8\text{g}$$

$$V_c = 226.3\text{g}$$

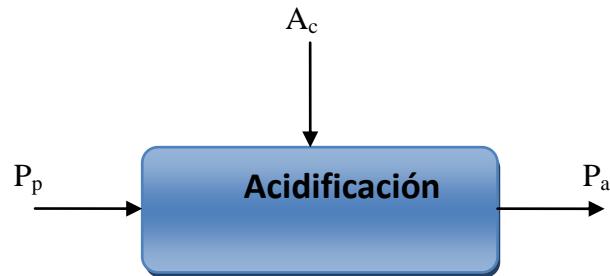
Se pierde 226.3g de producto durante la pasteurización por evaporación.



#### 4.4.5 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ACIDIFICACIÓN

En la figura 4.19, se muestra el proceso de acidificación del producto, para realizar el balance de materia en este proceso se cuenta con datos experimentales del proceso de acidificación del producto.

**Figura 4.19**  
**Balance de materia en el proceso de acidificación**



**Datos:**

$P_p$  = Producto pasteurizado = 2771.8g

$A_c$  = Acido cítrico = 9g

$P_a$  = Producto acidificado = ?

**Balanza global en la acidificación**

$$P_a = P_p + A_c \quad (\text{Ec 4-12})$$

$$P_a = 2771.8g + 9g$$

$$P_a = 2780.8g$$

Se obtuvieron 2780.8g de producto final.

## 4.5 BALANCE DE ENERGIA

El balance de energía en la línea de producción de la bebida refrescante, se lo realizara en primer lugar, haciendo un cálculo del calor necesario para el calentamiento del producto durante la pasteurización.

Para determinar la cantidad de calor requerido durante el proceso de pasteurización se utilizo la ecuación (4-13) y (4-14) (valiente, 1994)

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T \quad (\text{Ec 4-13})$$

$$Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{ganado}} \quad (\text{Ec 4-14})$$

**Donde:**

Q = cantidad de calor (Kcal)

m = Cantidad de masa (kg)

C<sub>p</sub> = Capacidad calorífica del alimento (Kcal / kg°C)

ΔT= Cambio de temperatura (°C)

**Cantidad de calor requerido para calentar el agua a 87°C (Q<sub>1</sub>)**

$$Q_1 = Q_{\text{agua}} + Q_{\text{olla}} \quad (\text{Ec 4-15})$$

Reemplazando la ecuación 4-13 en la ecuación 4-15 tenemos:

$$Q_1 = (m_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{p_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot \Delta T_{\text{H}_2\text{O}}) + (m_{\text{olla}} \cdot C_{p_{\text{acero}}} \cdot \Delta T_{\text{olla}}) \quad (\text{Ec 4-16})$$

$$Q_1 = 2 \text{ kg} \cdot 0,9993 \text{Kcal/kg } ^\circ\text{C} (87 - 20) + 1,300 \text{kg} \cdot 0.12 (87 - 20)$$

$$Q_1 = 144,35 \text{Kcal}$$

### Cantidad de calor requerido para pasteurizar el producto a 85°C (Q<sub>2</sub>)

$$Q_2 = Q_{\text{Agua}} + Q_{\text{Producto}} \quad (\text{Ec 4-17})$$

Reemplazando la ecuación 4-13 en la ecuación 4-17 tenemos:

$$Q_2 = (m_{\text{H}_2\text{O}} * C_{p\text{H}_2\text{O}} * \Delta T_{\text{H}_2\text{O}} + M_{\text{H}_2\text{O}} \lambda_{\text{H}_2\text{O}}) + (m_{\text{producto}} * C_{p\text{producto}} * \Delta T_{\text{producto}} + M_{\text{H}_2\text{O}} \lambda_{\text{H}_2\text{O}}) \quad (\text{Ec 4-18})$$

Para determinar el Cp del producto, según (Sing y col, 1998) se aplica la ecuación 4-19

$$C_{p\text{alimento}} = [ m_{\text{agua}} 4,187 + m_{\text{proteina}} 1.549 + m_{\text{grasa}} 1.675 + m_{\text{glucidos}} 1.424 + m_{\text{ceniza}} 0,837] \text{ Kj / kg } ^\circ\text{C} \quad (\text{Ec 4-19})$$

#### Donde:

m = porcentaje de masa de cada componente en el producto.

$$m_{\text{agua}} = 0.89\text{g} \quad m_{\text{glucidos}} = 0.108\text{g}$$

$$m_{\text{proteina}} = 0.0047\text{g} \quad m_{\text{ceniza}} = 0.0029\text{g}$$

$$m_{\text{grasa}} = 0.001\text{g}$$

Los porcentajes en masa de cada componente del producto son obtenidos de la tabla 4.17

Reemplazando datos tenemos:

$$C_{p\text{alimento}} = [ 0.89 * 4,187 + 0.0047 * 1.549 + 0.001 * 1.675 + 0.108 * 1.424 + 0.0029 * 0,837] \text{ Kj / kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_{p\text{alimento}} = 3.89157 \text{ kj/kg}^\circ\text{C} = 0.93401 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

Con el dato de Cp del alimento obtenido, reemplazamos datos en la ecuación 4-18

$$Q_2 = [2 \text{ kg} * 0,9993\text{Kcal/kg } ^\circ\text{C} (87 - 20) + 0.5\text{kg} * 540.43\text{Kcal/kg}^\circ\text{C}] + [2.7808\text{kg} * 0.93401 * (70 - 20) + 0.226\text{kg} * 540.43\text{Kcal/kg}^\circ\text{C}]$$

$$Q_2 = 656.13 \text{ Kcal}$$

**Cantidad de calor requerido para todo el proceso de pasteurización ( $Q_T$ )**

$$Q_T = Q_1 + Q_2 \quad (\text{Ec 4-19})$$

$$Q_T = 144,35 \text{ Kcal} + 656.13 \text{ Kcal}$$

$$Q_T = 800.48 \text{ Kcal}$$

## 4.6 BALANCE DE GASTO DE ENERGÍA EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN

Para hacer el balance se tomo en cuenta el consumo de energía de todos los equipos electrónicos utilizados para la producción de 2.780 kg de producto. el decir; en la descremadora. Balanza analítica, pHmetro, refrigerador y selladora.

### 4.6.1 CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA EN LA DESCREMADORA

Se toma en cuenta el tiempo de uso del equipo durante uso para descremar el suero dulce de quesería.

A continuación se muestra en la tabla 4.21, los datos obtenidos para el descremado de 1600 g de lactosuero.

La potencia de la descremadora es de  $120\text{w} = 0.12\text{Kw}$

**Tabla 4.21**  
**Consumo de energía eléctrica en la descremadora**

Muestras	Tiempo (horas)	Potencia (kw)	Energía (Kw*h)
Lactosuero	0.08	0.12	$9.6 \cdot 10^{-3}$

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.2 CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA EN LA BALANZA ANALITICA

Se toma en cuenta el tiempo que se utilizo la balanza en pesar la materia prima, aditivos y insumos.

En la tabla 4.22 se muestra los datos que se obtuvieron.

La potencia de la balanza analítica es de  $5w = 5 \cdot 10^{-3}$  Kw

**Tabla 4.22**  
**Consumo de energía eléctrica en la balanza analítica**

Muestras	Tiempo (horas)	Potencia	Energía (Kw*h)
Suero, agua, sorbato de potasio, benzoato de sodio, estabilizante, colorante y azúcar.	0.25	$5 \cdot 10^{-3}$	$1.25 \cdot 10^{-3}$

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.3 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL pHMETRO

Para el cálculo de energía del pHmetro durante su empleo para la medición del pH del suero como del producto final y de todas las pruebas que se realizaron se tomo en cuenta el tiempo de su uso.

En la tabla 4.23 se muestra los datos obtenidos.

La potencia del pHmetro electrónico es de  $0.4w = 4 \cdot 10^{-4}$

**Tabla 4.23**  
**Consumo de energía eléctrica en el pHmetro**

Muestras	Tiempo (horas)	Potencia (Kw)	Energía (Kw*h)
Suero, producto	0.08	$4 \cdot 10^{-4}$	$3.2 \cdot 10^{-5}$

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.4 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL REFRIGERADOR

Para el cálculo de energía utilizada en el refrigerador se tomo en cuenta el tiempo de utilización del mismo en el proceso de elaboración de la bebida refrescante es decir; 0.5h en refrigeración y 3 h en reposo a 5°C.

A continuación en la tabla 4.24 se muestra los datos obtenidos.

La potencia del refrigerador es de  $8w = 8 * 10^{-3}Kw$

**Tabla 4.24**  
**Consumo de energía eléctrica en el refrigerador**

Muestra	Tiempo (horas)	Potencia (Kw)	Energía (Kw*h)
Producto final	3.5	$8*10^{-3}$	0.028

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.5 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA SELLADORA

Para el cálculo de energía eléctrica utilizada en la selladora durante el sellado de los envases del producto, se tomo en cuenta el tiempo de utilización de la misma

En la tabla 4.25, se muestra los datos obtenidos.

La potencia de la selladora es de  $250w = 0.25Kw$

**Tabla 4.25**  
**Consumo de energía eléctrica de la selladora**

Muestra	Tiempo (horas)	Potencia (Kw)	Energía (Kw*h)
Producto envasado	0.3	0.25	0.075

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6.6 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA TOTAL

A continuación en la tabla 4.26 se muestra el consumo total de energía en todo el proceso de elaboración de la bebida refrescante

**Tabla 4.26**  
**Consumo de energía eléctrica total**

Detalle	Energía eléctrica (kw.h)
Descremadora	$9.6 \cdot 10^{-3}$
Balanza analítica	$1.25 \cdot 10^{-3}$
pHmetro	$3.2 \cdot 10^{-5}$
Refrigerador	0.028
Selladora	0.075
TOTAL	0.114

Fuente: Elaboración propia.



**CAPÍTULO V**

**CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES

Terminado el trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones.

- El contenido proteico promedio para la bebida refrescante fue de 0.47% según el análisis fisicoquímico desarrollado a la bebida refrescante en el CEANID (Centro de Análisis de Investigación y Desarrollo).
- El producto fue aceptado por la mayoría de los jueces encuestados; constituyéndose así un producto de agrado para el consumidor que puede competir con otras bebidas refrescantes que se encuentran hoy en día en el mercado.
- Según la encuesta realizada sobre la bebida el 83% de los encuestados sintió el sabor a lactosuero y les agrado, esto quiere decir que el sabor a suero le da una característica única al producto, diferente a las demás bebidas refrescantes que se encuentran en el mercado.
- Existe una fuerte influencia de la calidad del saborizante sobre la aceptación del producto, ya que de ésta depende características muy importantes como el sabor y aroma que tendrá el producto final.
- De acuerdo con los resultados microbiológicos, el proceso de elaboración es el adecuado ya que las cantidades de coliformes fecales y coliformes totales en el producto es cero.
- La cantidad de ácido cítrico adicionado en el producto ejerce una influencia significativa en la calidad del mismo ya que este afecta al sabor, aroma y a la apariencia del mismo.

## 5.2 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que puedo brindar al lector son las siguientes:

- Se recomienda hacer pruebas con zumos naturales en lugar de sabores artificiales.
- Se debe tener mucho cuidado durante la etapa de pasteurización del producto debido a que las proteínas del suero son muy termosensibles a temperaturas elevadas.
- Se recomienda no hacer uso excesivo del ácido cítrico debido a que este genera precipitación en el producto dando una apariencia a la vista no muy agradable.
- En el caso de que no les guste el sabor a lactosuero se recomienda bajar la dosis de suero presente en el producto o usar un enmascarante artificial.
- Conservar el producto entre 2 y 7°C.