

**UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



“FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA REFRESCANTE EN BASE AL SUERO DULCE DE QUESO”

Por:

Gilberto Alvarado Palacios

Trabajo Final de grado presentado a consideración de la
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

Como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de
Alimentos

Diciembre 2011

TARIJA – BOLIVIA

V° B°

.....
Msc. Ing. Luis Alberto Yurquina F.

**DECANO DE LA FAC. DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....
Msc. Ing. Clovis Gustavo Succi A.

**VICE DECANO DE LA FAC. DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....
Ing. Ignacio Velásquez Sossa

**DIRECTOR DEL DPTO. DE PROCESOS
INDUSTRIALES Y BIOTEC. Y AMBIENTAL**

APROBADO POR:

Ing. José Johnny Mercado Rojas

**DOCENTE DE LA MATERIA DE
TRABAJO FINAL (INA 102)**

DEDICATORIA:

A mis padres Gil Alvarado y Eudocia Palacios a mis hermanos Jaime y Verónica Alvarado.

Quienes me brindaron su apoyo, cariño y amor.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios Todopoderoso quien permitió que iniciara y finalizara este trabajo.

Al Ing. Johnny Mercado por su valiosa cooperación en la realización del trabajo.

A mis docentes por su tiempo, conocimientos impartidos y su apoyo incondicional durante la realización del trabajo.

A Lizeth Ramírez por sus constantes palabras de aliento.

Casi todo lo que realice será insignificante, pero es muy importante que lo haga.

Mahatma Gandhi (1869-1948)

ÍNDICE

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

| | Página. |
|---|----------------|
| 1.1. Antecedentes..... | 1 |
| 1.2. Justificación..... | 3 |
| 1.3. Objetivos..... | 4 |
| 1.3.1. Objetivo General..... | 4 |
| 1.3.2. Objetivo Especifico..... | 4 |
| 1.4. Planteamiento del Problema..... | 5 |
| 1.4.1 Planteamiento del problema general..... | 5 |
| 1.4.2 Planteamiento de los problemas específicos..... | 5 |
| 1.5. Hipótesis..... | 6 |

CAPÍTULOS II MARCO TEÓRICO

| | |
|---|----|
| 2.1. Origen del lactosuero..... | 7 |
| 2.2. Obtención del lactosuero para procesamiento..... | 8 |
| 2.3. Tipos de lactosuero..... | 8 |
| 2.4. Composición del lactosuero..... | 10 |
| 2.5. Características químicas del lactosuero..... | 12 |
| 2.5.1. Proteínas del lactosuero..... | 12 |
| 2.5.2. Carbohidratos en el lactosuero..... | 14 |
| 2.5.3. Vitaminas del lactosuero..... | 16 |
| 2.6. Usos del lactosuero..... | 16 |
| 2.7. Ácido cítrico..... | 17 |
| 2.8. Benzoato de sodio..... | 17 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.9. | Sorbato de potasio..... | 18 |
| 2.10. | Carboxymetil celulosa de sodio – CMC..... | 18 |
| 2.11. | Saborizantes..... | 19 |
| 2.12. | Colorantes..... | 19 |

CAPITULO III

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

| | | |
|----------|---|----|
| 3.1. | Introducción..... | 20 |
| 3.2. | Requerimiento de equipos, instrumentos y material de laboratorio..... | 20 |
| 3.3. | Requerimiento de materia prima e insumos..... | 25 |
| 3.4. | Descripción del proceso..... | 26 |
| 3.4.1 | Diagrama del proceso..... | 26 |
| 3.4.1.1. | Recepción del suero..... | 27 |
| 3.4.1.2. | Higienización..... | 27 |
| 3.4.1.3. | Descremado y clarificación..... | 27 |
| 3.4.1.4. | Dosificación y mezclado de componentes..... | 28 |
| 3.4.1.5. | Pasteurización..... | 28 |
| 3.4.1.6. | Enfriamiento..... | 28 |
| 3.4.1.7. | Adición del ácido cítrico..... | 29 |
| 3.4.1.8. | Envasado..... | 29 |
| 3.4.1.9. | Almacenamiento..... | 29 |
| 3.5. | Metodología utilizada para la obtención de resultados..... | 30 |
| 3.5.1. | Determinación de las propiedades de la materia prima..... | 30 |
| 3.5.1.1. | Determinación de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima..... | 30 |
| 3.5.2. | Determinación de las propiedades del producto..... | 31 |
| 3.5.2.1. | Determinación de las propiedades fisicoquímicas del producto... | 31 |
| 3.5.2.2. | Determinación de las propiedades microbiológicas del producto.. | 32 |
| 3.5.3. | Análisis sensorial..... | 32 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.5.3.1. | determinación de la cantidad de suero, agua y azúcar..... | 33 |
| 3.5.3.2. | determinación de la cantidad de ácido cítrico, tiempo y temperatura de pasteurización..... | 33 |
| 3.5.3.3. | Selección del producto final..... | 34 |
| 3.6. | Diseño experimental..... | 34 |
| 3.6.1. | Dosificación..... | 34 |
| 3.6.2. | Pasteurización..... | 36 |

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

| | | |
|----------|--|----|
| 4.1. | Caracterización de la materia prima..... | 38 |
| 4.2. | Caracterización de las variables del proceso..... | 38 |
| 4.2.1. | Determinación de la dosificación de suero, agua y azúcar..... | 38 |
| 4.2.1.1. | Análisis de varianza para el atributo de sólidos solubles..... | 39 |
| 4.2.1.2. | Promedio de aceptación del aroma, sabor, dulzor y acidez..... | 41 |
| 4.2.2. | Determinación de la temperatura, tiempo y (%) de ácido cítrico en la pasteurización..... | 49 |
| 4.2.2.1. | Análisis de varianza para el atributo de pH..... | 50 |
| 4.2.2.2. | Promedio de aceptación del aroma, sabor, dulzor y acidez..... | 51 |
| 4.2.3. | Selección del producto final..... | 60 |
| 4.2.3.1. | Evaluación sensorial para seleccionar la muestra final..... | 61 |
| 4.3. | Caracterización del producto terminado..... | 62 |
| 4.3.1. | Análisis fisicoquímico del producto..... | 63 |
| 4.3.2. | Análisis microbiológico del producto..... | 63 |
| 4.3.3. | Evaluación sensorial del producto..... | 64 |
| 4.3.4. | Análisis de degustación y encuesta del producto final..... | 65 |
| 4.4. | Balance de materia..... | 69 |
| 4.4.1. | Balance de materia en el proceso de higienización del lactosuero.... | 71 |
| 4.4.2. | Balance de materia en el proceso de descremado..... | 72 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.4.3. | Balance de materia en el proceso de mezclado..... | 73 |
| 4.4.4. | Balance de materia en el proceso de pasteurización..... | 75 |
| 4.4.5. | Balance de materia en el proceso de acidificación..... | 77 |
| 4.5. | Balance de energía..... | 78 |
| 4.6. | Balance de gasto de energía en la línea de producción..... | 81 |
| 4.6.1. | Consumo de energía eléctrica en la descremadora..... | 81 |
| 4.6.2. | Consumo de energía eléctrica en la balanza analítica..... | 82 |
| 4.6.3. | Consumo de energía eléctrica en el pHmetro..... | 82 |
| 4.6.4. | Consumo de energía eléctrica en el refrigerador..... | 83 |
| 4.6.5. | Consumo de energía eléctrica en la selladora..... | 83 |
| 4.6.6. | Consumo de energía eléctrica total..... | 84 |

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | | |
|------|----------------------|----|
| 5.1. | Conclusiones..... | 85 |
| 5.2. | Recomendaciones..... | 86 |
| | Bibliografía..... | 87 |
| | Anexos | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|------------|--|----|
| Tabla 2.1. | Clasificación del lactosuero según su acidez..... | 9 |
| Tabla 2.2. | Composición del lactosuero dulce fluido..... | 10 |
| Tabla 3.1 | Técnicas para el análisis fisicoquímico de la materia prima..... | 30 |
| Tabla 3.2 | Técnicas para el análisis fisicoquímico del producto..... | 31 |
| Tabla 3.3 | Técnicas para el análisis microbiológico del producto..... | 32 |
| Tabla 3.4 | Niveles de variación de las variables de la etapa de dosificación..... | 35 |
| Tabla 3.5 | Diseño factorial en la etapa de dosificación..... | 35 |
| Tabla 3.6 | Niveles de variación de las variables de la etapa de pasteurización... | 36 |

| | | |
|------------|--|----|
| Tabla 3.7 | Diseño factorial en la etapa de pasteurización..... | 37 |
| Tabla 4.1 | Composición fisicoquímica del lactosuero..... | 38 |
| Tabla 4.2 | Resultados del diseño factorial en la dosificación..... | 39 |
| Tabla 4.3 | Análisis de varianza para los sólidos solubles..... | 40 |
| Tabla 4.4 | Promedio de los resultados de la evaluación sensorial..... | 41 |
| Tabla 4.5 | Prueba de Duncan para el atributo sabor..... | 44 |
| Tabla 4.6 | Prueba de Duncan para el atributo dulzor..... | 46 |
| Tabla 4.7 | Prueba de Duncan para el atributo acidez..... | 48 |
| Tabla 4.8 | Resultados del diseño factorial en la pasteurización..... | 49 |
| Tabla 4.9 | Análisis de varianza para el pH..... | 50 |
| Tabla 4.10 | Promedio de los resultados de la evaluación sensorial..... | 51 |
| Tabla 4.11 | Prueba de Duncan para el atributo aroma..... | 53 |
| Tabla 4.12 | Prueba de Duncan para el atributo sabor..... | 55 |
| Tabla 4.13 | Prueba de Duncan para el atributo dulzor..... | 57 |
| Tabla 4.14 | Prueba de Duncan para el atributo acidez..... | 59 |
| Tabla 4.15 | Muestras saborizadas..... | 60 |
| Tabla 4.16 | Valores promedio de la selección del producto final..... | 61 |
| Tabla 4.17 | Análisis fisicoquímico del producto..... | 63 |
| Tabla 4.18 | Análisis microbiológico del producto..... | 63 |
| Tabla 4.19 | Resultados promedios de los atributos evaluados en el producto final..... | 64 |
| Tabla 4.20 | Resultados de la degustación y encuesta del producto final..... | 65 |
| Tabla 4.21 | Consumo de energía eléctrica en la descremadora..... | 81 |
| Tabla 4.22 | Consumo de energía eléctrica en la balanza analítica..... | 82 |
| Tabla 4.23 | Consumo de energía eléctrica en el pHmetro..... | 82 |
| Tabla 4.24 | Consumo de energía eléctrica en el refrigerador..... | 83 |
| Tabla 4.25 | Consumo de energía eléctrica en la selladora..... | 83 |
| Tabla 4.26 | Consumo de energía eléctrica total..... | 84 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 3.1 | Descremadora centrífuga..... | 20 |
| Figura 3.2 | Heladera..... | 21 |
| Figura 3.3 | Cocina..... | 21 |
| Figura 3.4 | Balanza analítica..... | 22 |
| Figura 3.5 | Selladora eléctrica..... | 22 |
| Figura 3.6 | Refractómetro..... | 23 |
| Figura 3.7 | pHmetro electrónico..... | 23 |
| Figura 3.8 | Diagrama de bloques de la elaboración de una bebida refrescante a partir de lactosuero..... | 26 |
| Figura 4.1 | Puntajes de aceptación de aroma..... | 42 |
| Figura 4.2 | Puntajes de aceptación de sabor..... | 43 |
| Figura 4.3 | Puntajes de aceptación de dulzor..... | 45 |
| Figura 4.4 | Puntajes de aceptación de acidez..... | 47 |
| Figura 4.5 | Puntajes de aceptación de aroma..... | 52 |
| Figura 4.6 | Puntajes de aceptación de sabor..... | 54 |
| Figura 4.7 | Puntajes de aceptación de dulzor..... | 56 |
| Figura 4.8 | Puntajes de aceptación de acidez..... | 58 |
| Figura 4.9 | Porcentaje de aceptación de los diferentes sabores del producto..... | 62 |
| Figura 4.10 | Porcentaje de aceptación de los atributos evaluados en el producto final..... | 64 |
| Figura 4.11 | Porcentaje de personas que sienten un sabor diferente..... | 66 |
| Figura 4.12 | Porcentaje de agrado del producto..... | 67 |
| Figura 4.13 | Porcentaje de personas que sienten el sabor a lactosuero en el producto..... | 68 |
| Figura 4.14 | Diagrama de bloques del balance de materia de la “bebida refrescante”..... | 70 |
| Figura 4.15 | Balance de materia en el proceso de higienización..... | 71 |

Figura 4.16 Balance de materia en el proceso de descremado..... 72

Figura 4.17 Balance de materia en el proceso de mezclado..... 73

Figura 4.18 Balance de materia en el proceso de pasteurización..... 75

Figura 4.19 Balance de materia en el proceso de acidificación..... 77