

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
METALURGIA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**DESARROLLO DE UNA BEBIDA A PARTIR DE
LACTOSUERO Y GEL DESHIDRATADO DE TUNA**
(Opuntia ficus-Indica)

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

PRESENTADO POR :
José Carlos CISNEROS QUISPE

AYACUCHO – PERÚ
2017

DEDICATORIA

A Aydee por ayudarme a alcanzar mis sueños, por enseñarme a no darme por vencido, por siempre confiar en mí.

A Lourdes, por sus inagotables palabras de aliento, por enseñarme el verdadero significado de la vida y a ti querida Marce

AGRADECIMIENTOS

A Machi, Aydee y Lourdes mis tres grandes amores, por su apoyo y empuje en toda actividad en la cual me emprendí.

A mi alma mater la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga especialmente a la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por brindarme los ambientes y los conocimientos necesarios para mi formación profesional.

Un agradecimiento especial al Ing. Antonio J. Matos Alejandro por su apoyo incondicional como asesor en este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	01
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1 LACTOSUERO	03
2.1.1 Generalidades	03
2.1.2 Composición química	04
2.1.3 Proteínas del lactosuero	05
2.1.3.1 Características Fisicoquímicas de las proteínas del lactosuero	05
2.1.4 Principales proteínas del lactosuero	06
2.1.4.1 β –Lactoglobulina	06
2.1.4.2 α –Lactoalbúmina	07
2.1.4.3 Inmunoglobulinas	07
2.1.4.4 Proteasa – Peptona	08
2.1.4.5 Lactoferrina	08
2.1.4.6 Lactoperoxidasa	08
2.1.5 Tipos de lactosuero	09
2.1.5.1 El suero ácido	09
2.1.5.2 El suero dulce	10
2.1.6 Utilización de lactosuero como ingrediente alimenticio	11
2.1.7 Propiedades funcionales del lactosuero	11
2.1.8 Recomendaciones en el consumo del lactosuero	12

2.1.9	Posibles usos del lactosuero para evitar la contaminación del suelo y los ríos	12
2.1.9.1	Aprovechamiento del lactosuero no transformado (alimento para el ganado)	13
2.1.9.2	Aprovechamiento industrial (bebidas y concentrados de suero)	13
2.2	TUNA (<i>Opuntia ficus-Indica</i>)	14
2.2.1	Generalidades	14
2.2.2	Composición química de los cladodios de la tuna	16
2.2.2.1	Agua	17
2.2.2.2	Contenido mineral	18
2.2.2.3	Glúcidos	19
2.2.2.4	Componentes nitrogenados	19
2.2.3	Características morfológicas	19
2.2.3.1	Raíz	19
2.2.3.2	Tallo	19
2.2.3.3	Flores	20
2.2.4	Características fisiológicas	21
2.2.5	Mucílago de la tuna	22
2.2.6	Propiedades funcionales de la tuna	23
2.2.7	Incorporación del mucilago en alimentos humanos	24
2.3	CONSIDERACIONES DEL MEDIO AMBIENTE	24
2.3.1	Contaminación por lactosuero	24
2.4	EVALUACIÓN SENSORIAL	26
2.4.1	El umbral sensorial	27

2.4.2	Las propiedades organolépticas y los sentidos del ser humano	28
2.4.3	El sabor y el sentido del gusto	28
2.4.4	El olor y el sentido del olfato	29
2.4.5	El color y el sentido de la vista	30
2.4.6	Tipos de pruebas usadas en el análisis sensorial	30
2.4.7	Escala hedónica	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1.	Lugar de ejecución	33
3.2.	Materia prima	33
3.3.	Insumos, materiales, equipos y reactivos	34
3.3.1.	Insumos	34
3.3.2.	Materiales	34
3.3.3.	Equipos	35
3.3.4.	Reactivos	35
3.4.	Métodos de análisis	36
3.4.1.	Análisis y control de la leche	36
3.4.2.	Composición química proximal de la materia prima	36
3.4.3.	Análisis fisicoquímico y sensorial del lactosuero	37
3.4.4.	Análisis microbiológico del lactosuero	37
3.5	Metodología experimental para las pruebas preliminares	38
3.5.1	Obtención del lactosuero	38
3.5.2	Obtención de gel deshidratado de tuna	40
3.5.3	Proceso de elaboración de la bebida	42
3.5.4	Diseño estadístico	44

3.5.5	Análisis sensorial	45
3.5.6	Composición química proximal de la bebida	46
3.5.7	Análisis fisicoquímico de los tratamientos de la bebida	46
3.5.8	Análisis microbiológico de la bebida	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1	Obtención del lactosuero y rendimiento	47
4.2	Composición química proximal del lactosuero	49
4.3	Análisis fisicoquímico y sensorial del lactosuero	51
4.4	Análisis microbiológico del lactosuero	52
4.5	Obtención del gel deshidratado de tuna	53
4.6	Evaluación de las características fisicoquímicas en la bebida	55
4.7	Evaluación sensorial de la bebida	63
4.8	Proceso final en la elaboración de la bebida	68
4.9	Balance de materia en la elaboración de la bebida	70
4.10	Composición química proximal de la bebida	70
4.11	Análisis fisicoquímico de la bebida	73
4.12	Análisis microbiológico de la bebida	73

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Nº 01: Composición química del lactosuero	05
Nº 02: Características fisicoquímicas de las proteínas del suero	06
Nº 03: Estabilidad al calor y propiedades de las proteínas del lactosuero	06
Nº 04: Función biológica de las proteínas del lactosuero	09
Nº 05: Composición de los tipos de lactosuero	10
Nº 06: Clasificación taxonómica de la tuna	16
Nº 07: Composición química de la tuna (g/100 g muestra)	17
Nº 08: Composición química de los cladodios en distintas edades	17
Nº 09: Composición del mucilago de los cladodios de la tuna	23
Nº 10: Balance de materia en la obtención del lactosuero	48
Nº 11: Composición química proximal del lactosuero	49
Nº 12: Análisis fisicoquímico del lactosuero	51
Nº 13: Análisis microbiológico del lactosuero	53
Nº 14: Valores en gramos (g) en la obtención del gel deshidratado de tuna	53

N° 15: Análisis de varianza para el rendimiento en la obtención de gel deshidratado de tuna	54
N° 16: Prueba de comparación de Duncan para la obtención del gel deshidratado de tuna	54
N° 17: Acidez titulable (%) en los diferentes tratamientos de la bebida	55
N° 18: Análisis de varianza para la acidez en la bebida	55
N° 19: Prueba de comparación de Duncan para la Acidez	56
N° 20: Densidad (g/m ³) en los diferentes tratamientos de la bebida	58
N° 21: Análisis de varianza para la densidad	58
N° 22: Prueba de comparación de Duncan para la densidad	58
N° 23: Sólidos solubles (° Bx) en los diferentes tratamientos de la bebida	60
N° 24: Análisis de varianza para los sólidos solubles	60
N° 25: pH en los diferentes tratamientos de la bebida	61
N° 26: Análisis de varianza para el pH	62
N° 27: Prueba de comparación de Duncan para el pH	62
N° 28: Análisis de varianza del sabor en la bebida	64
N° 29: Prueba de comparación de Duncan para el sabor	64
N° 30: Análisis de varianza del olor en la bebida	65
N° 31: Prueba de comparación de Duncan para el olor	65

Nº 32: Análisis de varianza del color en la bebida	66
Nº 33: Prueba de comparación de Duncan para el color	66
Nº 34: Análisis de varianza de la apariencia dela bebida	67
Nº 35: Prueba de comparación de Duncan para la apariencia	67
Nº 36: Balance de materia en la elaboración de la bebida	70
Nº 37: Composición química proximal de la bebida	71
Nº 38: Análisis fisicoquímico de la bebida	73
Nº 39: Análisis microbiológico de la bebida	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Nº 3.1: Diagrama de flujo del proceso de obtención de lactosuero	39
Nº 3.2: Diagrama del flujo de proceso de extracción del gel deshidratado de tuna	41
Nº 3.3: Diagrama de flujo del proceso tentativo de elaboración de la bebida	43
Nº 4.1: Acidez titulable de la bebida con respecto a los tratamientos	56
Nº 4.2: Densidad de la bebida con respecto a los tratamientos	59
Nº 4.3: pH en la bebida con respecto a los tratamientos	63
Nº 4.4: Diagrama de flujo del proceso final de elaboración de la bebida	69

ÍNDICE DE ANEXOS

- Nº 01: Análisis de composición química proximal y fisicoquímico
- Nº 02: Ficha de análisis sensorial
- Nº 03: Resultados de la evaluación sensorial – “Sabor” en la bebida
- Nº 04: Resultados de la evaluación sensorial – “Olor” en la bebida
- Nº 05: Resultados de la evaluación sensorial – “Color” en la bebida
- Nº 06: Resultados de la evaluación sensorial – “Apariencia general” en la bebida
- Nº 07: Requisitos fisicoquímicos y microbiológicos de la leche de vaca
- Nº 08: Resultados del análisis microbiológico
- Nº 09: Cladodios de tuna de las tres variedades
- Nº 10: Troceado, licuado y centrifugación de los cladodios de tuna
- Nº 11: Filtración, precipitación y secado del gel de tuna
- Nº 12: Recepción de la leche, obtención del lactosuero
- Nº 13: Envasado, enfriado y producto final
- Nº 14: Prueba organoléptica de la bebida
- Nº 15: Determinación de proteína, humedad de la bebida
- Nº 16: Determinación de acidez, pH, sólidos solubles

NOMENCLATURA

WPC	: Whey protein concéntrate
MAC	: Metabolismo ácido de las cerasuláceas
FIM	: Foundation for innovation in medicine
DBO	: Demanda biológica de oxígeno
DQO	: Demanda química de oxígeno
AOAC	: Association of Analytical Communities
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
DCA	: Diseño completamente al azar
DBCA	: Diseño de bloques completamente al azar

RESUMEN

El trabajo consistió en desarrollar una bebida a partir de lactosuero y gel deshidratado de tuna (*Opuntia ficus-Indica*), el lactosuero es un sub producto de la industria lechera que cuenta con características nutricionales muy importantes, dándole una alternativa de transformación, este trabajo hace uso del lactosuero dulce. El gel deshidratado de tuna es un producto que se obtiene a partir del mucilago, obteniéndose por precipitación con alcohol (1:2, mezcla y alcohol al 95%) ya que cuenta con propiedades funcionales que son beneficiosos para el organismo. En busca de nuevas alternativas para el desarrollo de nuevos alimentos con un alto contenido de propiedades funcionales.

El objetivo principal fue desarrollar una bebida adicionándole gel deshidratado de tuna, realizando así formulaciones diversas de gel deshidratado y los distintos aditivos que se van a usar, realizando para ello diferentes tratamientos con el fin de determinar los parámetros óptimos haciendo uso del software SPSS versión N° 23 para un análisis estadístico de varianza y prueba de Duncan con un nivel de significancia de 5%

Para el análisis sensorial se empleó una escala hedónica de 7 puntos, se determinó que el producto con mayor aceptación es el tratamiento 1 (bebida con gel deshidratado de tuna al 2,0%), determinando así la composición química proximal para la bebida, donde se observa que contiene: 87,51% de contenido de agua; 1,38% de proteína; 0,37% de grasa; 0,43% de ceniza; 0,47% de fibra y 9,84% de carbohidratos. El análisis fisicoquímico: 12,0% de sólidos solubles; 0,24 % de acidez; 5,0 de pH y 1,03 g/cm³ de densidad.

I. INTRODUCCIÓN

El lactosuero es un subproducto líquido obtenido después de la precipitación de la caseína durante la elaboración del queso. Contiene principalmente lactosa, proteínas como sustancias de importante valor nutritivo.

El lactosuero es el líquido que se obtiene por la coagulación de las proteínas presentes en la leche durante la elaboración del queso, una vez que se separa la cuajada del queso (la caseína) y la grasa (Borda, 2011).

El lactosuero es combinado con gel deshidratado de tuna, este es un recurso fitogenético que sirve como coadyuvante para la elaboración de alimentos que serán beneficioso para la salud.

El lactosuero posee proteínas que tienen propiedades funcionales dentro del organismo, el lactosuero es un producto natural que tomada en dosis superior a la

existente, presumiblemente tendrá un efecto favorable sobre la salud, mayor que el que podría tener un alimento normal.

Una bebida a partir de lactosuero y gel deshidratado de tuna, además de su valor nutricional, demuestra también tener un efecto beneficioso sobre una o más funciones selectivas del organismo, de tal modo que resulta apropiado para mejorar el estado de salud y bienestar y/o para la reducción del riesgo de ciertas enfermedades. Este tipo de alimento puede ser natural u obtenido mediante procedimientos tecnológicos, englobando consecuentemente alimentos tradicionales siempre que exista evidencias de resultados estadísticamente significativos (Valencia, 2009).

Los objetivos del trabajo de investigación fueron:

Objetivo general

Desarrollar una bebida a partir de lactosuero y gel deshidratado de tuna

Objetivos específicos:

- a) Extraer el lactosuero y aprovecharla en la elaboración de una bebida.
- b) Establecer los parámetros óptimos en la obtención de gel deshidratado de tuna
- c) Establecer la concentración apropiada de gel deshidratado de tuna que se adicionará a la bebida.
- d) Formular adecuadamente y determinar la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de la bebida.
- e) Determinar la composición química proximal de la bebida.
- f) Determinar la el balance de materia en la elaboración de la bebida.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 LACTOSUERO

2.1.1 Generalidades

El código alimentario engloba en su definición de lactosuero, a sueros de diferentes procedencias (caseinerías, mantequería, quesería, etc.), como los líquidos resultantes tras la separación de gran parte de la caseína y la grasa durante la elaboración de diferentes productos lácteos.

El lactosuero es un líquido que se obtiene por coagulación de la leche en la elaboración del queso, una vez que se separa la cuajada del queso (la caseína) y la grasa. El suero es un residuo líquido procedente de la producción del queso y la caseína, es una de las mayores reservas de proteína alimentaria que aún permanecen fuera de los canales de consumo humano (Borda, 2011).

El suero de leche es uno de los residuos más representativos de la industria lechera y uno de los contaminantes más severos que existen a nivel ambiental. El suero es definido como un líquido remanente tras la precipitación y separación de la caseína

de la leche durante la elaboración del queso y constituye aproximadamente el 85 al 90% del volumen de la leche, cuyos componentes principales como la lactosa, calcio, sales minerales y proteínas lacto-séricas de bajo peso molecular solubles en su punto isoeléctrico son retenidas en un 55%, ya que no reaccionan con el cuajo (Borda, 2011).

El suero de leche (80-90% del volumen total de la leche que entra en el proceso) contiene alrededor del 50% de los nutrientes de la leche original: proteínas solubles, lactosa, vitaminas y sales minerales. El suero como subproducto de la elaboración de quesos blancos, semiduros y duros, es conocido como suero dulce y suero ácido (Borda, 2011).

2.1.2 Composición química

La composición nutricional de lactosuero puede variar considerablemente dependiendo de las características de la leche utilizada para la elaboración del queso, el tipo de queso producido y el proceso tecnológico empleado en la elaboración del queso. A partir de estas diferencias se encuentran los tipos de lactosuero (Poveda, 2013).

En la tabla 01 se muestran los componentes principales del lactosuero, en términos promedio, el suero de leche contiene más de la mitad de los sólidos presentes en la leche original, incluyendo alrededor del 20% de las proteínas (lactoalbuminas y lactoglobulinas), la mayor parte de la lactosa, minerales (calcio, fosforo, sodio y magnesio) y vitaminas hidrosolubles (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina y ácido ascórbico) (Poveda, 2013).

Tabla 01: Composición química de lactosuero

Constituyentes	Porcentaje (%)
Sólidos totales	6,4
Sólidos solubles	6,1
Agua	93,6
Grasa	0,05
Proteína	0,55
NNP (nitrógeno no proteico)	0,18
Lactosa	4,8
Ceniza (Sales minerales)	0,5
Calcio	0,043
Fósforo	0,043
Sodio	0,050
Potasio	0,16
Cloruro	0,11
Ácido láctico	0,05

Fuente: Poveda (2013).

2.1.3 Proteínas del lactosuero

Las proteínas de lactosuero forman una fracción muy compleja, son las sustancias no dializables contenidas en el suero de la cuajada y en el suero isoeléctrico (obtenido tras la precipitación de la caseína a pH 4,7). Estas proteínas representan el 17 % de las materias nitrogenadas de la leche (Borda, 2011).

2.1.3.1 Características fisicoquímicas de las proteínas del lactosuero

En la tabla 02 y 03 se muestran las características fisicoquímicas más importantes de la proteína del lactosuero.

Tabla 02: Características fisicoquímicas de las proteínas del suero

Proteína	Proteína del suero (%)	Contribución aproximada en peso	Peso molecular	Punto isoelectrico	Nº de residuos de lisina molécula
β - lactoglobulina	55-65	3,3	18400	5,35-5,49	15
α - lactoalbúmina	15-25	1,2	14200	4,2-4,5	12
inmunoglobulinas	10_15	0,5	80000-900000	5,5-8,3	180
Suero albúminas	5_6	0,3	66300	5,1	59
Proteasas - peptona	10_20	0,2	4000-80000	5,1-6,0	1,15
β - caseínas	1_2	< 0,1	24000	4,7	1,1
Proteínas menores	< 0,5	< 0,05	30000-100000	-	-

Fuente: Adaptado de Borda (2011).

Tabla 03: Estabilidad al calor y propiedades de las proteínas del lactosuero

Proteína	Estabilidad al calor	Propiedades
β - lactoglobulina	sensible	Domina las propiedades
α - lactoalbúmina	Ligeramente sensible	Concreta la solubilidad,
Proteasa - peptona	estable	Contribuye a la gelificación
Inmunoglobulinas	muy sensible	Enlaza lípidos
Suero albuminas	sensible	Modifica la funcionalidad
caseínas solubles	estable	-

Fuente: Adaptado de Borda (2011).

2.1.4 Principales proteínas del lactosuero

2.1.4.1 β -Lactoglobulina

Es la principal proteína del lactosuero de la mayoría de los mamíferos, aunque está completamente ausente en la leche humana; entre las funciones que se le reconocen esta la fijación de minerales: esta proteína posee regiones con gran cantidad de aminoácidos cargados, lo que le permite fijar los minerales y acarrearlos durante su paso a través de la pared intestinal. Además del acarreo de minerales, posee un

dominio hidrofóbico, por lo que facilita la absorción de vitaminas liposolubles como el retinol. Además por su alto contenido de ácidos azufrados participa en el sistema activo favoreciendo la acción de glutatión (Poveda, 2013).

2.1.4.2 α –Lactoalbúmina

Esta proteína también tiene dominios cargados, por lo que facilita la absorción del calcio, aunque tiene una gran afinidad por iones como el zinc, manganeso, cadmio, cobre y aluminio, que *son* esenciales para el organismo. Debido a su alto contenido de aminoácidos ramificados se utiliza para disminuir el daño al tejido muscular provocado por el ejercicio o la anoxia. Algunos estudios sugieren que esta proteína podría tener aplicaciones en la prevención del cáncer, pues puede inducir a la apoptosis celular, función que se pierde en las células tumorales (Poveda, 2013).

2.1.4.3 Inmunoglobulinas

Tienen un peso molecular cercano a 180,000 Dalton, poseen las propiedades inmunológicas de la gamma-globulina, que representan una reunión de anticuerpo. Además tienen otras funciones diferentes como por ejemplo el transporte membranar y la unión de antígenos. Estas proteínas son las más inestables térmicamente entre las proteínas del suero.

Las inmunoglobulinas están presentes en mayor cantidad en el calostro, pueden llegar hasta 12 g/L, el primer día y 80 g/L la primera hora, el descenso es muy rápido en los días siguientes al parto (Poveda, 2013).

2.1.4.4 Proteosa – Peptona

Es una mezcla desigual de polipéptidos térmico–estable y ácidos–solubles. En el suero de leche se encuentran en cantidades diferentes (2-20 g/L), son las únicas que no se desnaturalizan por la acción del calor (Poveda, 2013).

2.1.4.5 Lactoferrina

Posee características muy especiales, entre las cuales tenemos las antibacterianas y antioxidantes. Esta solubiliza el hierro de suero sanguíneo, disminuyendo la cantidad de esta para el desarrollo bacteriano y por otro lado haciéndolo disponible para su absorción a nivel intestinal. Se ha demostrado también que puede favorecer la respuesta inmune del organismo promoviendo la proliferación de linfocitos y que puede promover la diferenciación celular, ayudando a la preparación de tejidos dañados. (Riera *et al.*, 2004).

Una de las propiedades bioactivas más prometedoras de la lactoferrina se basa en su relación en el combate del cáncer. Varios estudios han demostrado que pueden ayudar en el tratamiento de esta enfermedad y se han llegado a proponer varios mecanismo por los cuales podría ejercer su actividad (Poveda, 2013).

2.1.4.6 Lactoperoxidasa

La lactoperoxidasa (78000 Dalton) es la enzima más frecuentemente agregada a la leche. Su desactivación es total a la temperatura de pasteurización (72°C por 15 segundos) (Poveda, 2013).

Debido a sus propiedades nutricionales y funcionales, el lactosuero se ha convertido en una materia prima conveniente para obtener diferentes productos a nivel tecnológico, se ha establecido que es posible transferir diversas propiedades

funcionales identificadas en el suero de leche a nuevos productos alimenticios, por tal motivo se ha incrementado el uso de proteínas de suero de leche como ingredientes en alimentos fisiológicamente funcionales (Valencia, 2009).

En la tabla 04 se muestran las principales proteínas del suero de leche, así como el beneficio que proporcionan y su función biológica en el organismo de un ser vivo

Tabla 04: Función fisiológica de las proteínas del lactosuero

Proteína	Función biológica
β -Lactoglobulina	Transportador (retinol, palmitol, ácidos grasos, vitamina D, colesterol); aumento de la actividad esterasa pregástrica, regulación de la glándula mamaria en el metabolismo del fósforo
α -Lactoalbumina	Prevención del cáncer; síntesis de lactosa; tratamiento de la enfermedad inducida por el estrés crónico
Inmunoglobulinas	Prevención y tratamiento de diversas infecciones microbianas (Infección a las vías respiratorias, gastritis, caries dental, diarrea, otras)
Lactoferrina	Actividad antibacterianas, antivirales, antifúngicas, evita varias infecciones microbianas y varios tipos de cáncer; actividad prebiótica
Albuminas del suero	Función antimutágena; prevención del cáncer; inmunomodulación (en animales de laboratorio)

Fuente: Adaptado de Méndez da Silva (2011).

2.1.5 Tipos de lactosuero

2.1.5.1 El suero ácido

Es el que se produce en las industrias lácteas cuando la coagulación se lleva a cabo con un ácido, disminuyendo el valor del pH hasta 5.1. (Borda, 2011). Este suero contiene más del 80% de los minerales de la leche de partida por lo que para la

mayoría de sus aplicaciones debe neutralizarse, además su contenido en lactosa se ve reducido a causa de la fermentación láctica.

El suero ácido tiene un gran contenido de ácido láctico secuestra el calcio del complejo de paracaseinato cálcico, produciendo lactato cálcico. El suero ácido tiene gran cantidad de minerales.

2.1.5.2 El suero dulce

Es resultado de la acción proteolítica de enzimas coagulantes sobre las micelas de caseína de la leche a un pH de 5.8 - 6.6 (Huginin, 2008).

Por medio del lactosuero dulce se obtienen los siguientes sueros: suero líquido clarificado, suero líquido pasteurizado, concentrado de ultrafiltración, suero líquido desmineralizado y crema de suero.

En la tabla 05 se observa la composición para los dos tipos de lactosuero.

Tabla 05: Composición de los tipos de lactosuero

Componente	Suero dulce	Suero ácido
Sólidos totales (%)	6,4	6,5
Agua (%)	93,6	93,5
Grasa (%)	0,05	0,04
Proteína (%)	0,55	0,55
Lactosa (g)	4,9	4,6
Cenizas (%)	0,5	0,8
Calcio (g)	0,043	0,12
Fosforo (g)	0,04	0,065
Sodio (g)	0,05	0,05
Potasio (g)	0,16	0,16
Densidad (g/cm ³)	1,0254	1,0250
Acidez (°D)	20,0	43,0

Fuente: Gosta (2003).

2.1.6 Utilización de lactosuero como ingrediente alimenticio

Debido sus propiedades nutricionales y funcionales, el lactosuero se ha convertido en una materia prima conveniente para obtener diferentes productos a nivel tecnológico.

Se ha establecido que es posible transferir diversas propiedades funcionales identificadas en el lactosuero a nuevos productos alimenticios. Por tal motivo, se ha incrementado el uso de proteínas del lactosuero como ingrediente en alimentos fisiológicamente funcionales (Valencia, 2009).

2.1.7 Propiedades funcionales del lactosuero

Desde el punto de vista digestivo las propiedades funcionales del lactosuero, principalmente de las proteínas que esta presenta, permanecen solubles al pH ácido del estómago, a diferencia de las caseínas que precipitan formando coágulos.

Esto provoca que su paso por el estómago sea muy rápido y que lleguen al intestino prácticamente intactas permitiendo que su absorción sea a través de un sector más largo del intestino. Su largo paso por el intestino facilita una gran variedad de funciones, por ejemplo, interacciones con la flora intestinal o con los otros minerales presentes en el bolo alimenticio mejorando su absorción (Méndez da Silva, 2011).

Por otro lado, la composición de aminoácidos de las proteínas del suero les confiere funcionalidad fisiológica muy especial: en primer lugar, las proteínas del suero contienen una muy alta proporción de aminoácidos azufrados, esto contribuye a la gran calidad nutricional de estas proteínas. Más aún los aminoácidos azufrados

parecen aumentar la función inmune del organismo, probablemente guía la regulación del tripéptido azufrado glutatión el cual interactúa con las membranas celulares de los microorganismos provocándoles la muerte (Méndez da Silva, 2011).

2.1.8 Recomendaciones en el consumo del lactosuero

La utilización del lactosuero en los últimos años va acompañado de la realización de investigaciones en la industria láctea. Siendo considerado hoy en día uno de los campos más importantes de investigación y desarrollo de esta industria de alimentos (Huginin, 2008).

Es recomendable porque posee un contenido de mayor valor nutricional y bajo costo, alimentos para deportistas, para personas de la tercera edad, fórmulas nutricionales especiales para mantener el peso saludable o aumentar consumo de proteína, fórmulas infantiles, fórmulas especiales para alimentación hospitalaria (Poveda, 2013).

2.1.9 Posibles usos del lactosuero para evitar la contaminación del suelo y los ríos

Si el suero es descargado en el suelo puede filtrarse hasta las aguas freáticas, convirtiéndose de esa manera en una amenaza para la salud de los animales y humanos.

Ramos (2002), recomienda dos posibles usos para el aprovechamiento del lactosuero:

2.1.9.1 Aprovechamiento del lactosuero no transformado (alimento para el ganado)

Una gran parte del suero de leche se destina en forma entera no transformado a la alimentación animal, casi exclusivamente para el cebo del ganado porcino. (Ramos, 2002).

La descomposición del suero de leche es rápida, fermentado podría ser usado en la alimentación de rumiantes, sustituyendo parcialmente la leche en la alimentación de becerros (Ramos, 2002).

2.1.9.2 Aprovechamiento industrial (bebidas y concentrados de suero)

La obtención del lactosuero supondría un aprovechamiento adecuado, el problema radica en el sabor característico que presenta y los efectos que provoca la lactosa en el organismo humano, la solución a este problema se halla en la elaboración de bebidas a base de suero (Ramos, 2002).

La adición de aromas frutales, proteínas vegetales y de permeados séricos reducidos en su contenido de lactosa, entre otras sustancias, se traduce a la obtención de productos completamente diferentes que, una vez esterilizados y envasados asépticamente, gozan en algunos países de una considerable acogida. Otra forma de reducir el contenido de lactosa es el desdoblamiento enzimático, mediante una enzima, la lactasa (Badui, 1974).

El sabor del lactosuero, especialmente el ácido, es más compatible con las bebidas de frutas cítricas. Sin embargo, su utilización como bebida refrescante es obstaculizada por la presencia de proteínas de lactosuero y componentes grasos. Después de la segunda guerra mundial, este problema se solucionó al utilizar

lactosuero desproteínizado y sin grasa. Un ejemplo conocido de bebida refrescante es “Rivella” producida en Suiza desde 1950 y hoy en día consumida en Canadá y Holanda. “Rivella” es una bebida de lactosuero pasteurizada, carbonatada, con un sabor de fruta agrídulce y un pH de 3,7. En 1970 la compañía Coca-Cola seleccionó la “whey protein concéntrate” (WPC) como nutrientes para mejorar la calidad nutricional de sus bebidas. Las bebidas pudieron ser fortificadas con un 1% de proteínas derivadas de la elaboración de queso sin que se detectaran cambios en el sabor y apariencia. Estas bebidas WPC retuvieron su sabor insípido y solubilidad después de la pasteurización en botella a pH 3,0 (Ramos, 2002).

El suero presenta los siguientes problemas:

- Elevado contenido de agua (> 93%), cuya reducción implica un esfuerzo considerable de energía y aparataje, que conlleva un elevado costo.
- El suero es un producto que se deteriora fácilmente debido al elevado contenido de gérmenes que presenta y al rápido desdoblamiento de los componentes que esto implica.

2.2 TUNA

2.2.1 Generalidades

Son plantas arbustivas, rastreras o erectas que pueden alcanzar de 2 a 4 metros de altura. Tiene un sistema radical extenso, densamente ramificado, rico en raíces finas absorbentes y superficiales en zonas áridas de escasa pluviometría. La longitud de las raíces está en relación con las condiciones hídricas y con el manejo cultural, especialmente el riego y la fertilización (Bravo, 1978).

En las pencas se realiza la fotosíntesis, estas se encuentran protegidas por una cutícula gruesa que en ocasiones, está cubierta de cera o pelos que disminuyen la pérdida de agua ya que poseen abundante parénquima. Cabe destacar el papel que tienen los mucílagos (hidrocoloides presentes en este tejido) que tienen la capacidad de retener agua (Kiesling, 1998).

La planta de la tuna se distribuye en América, siendo México el país con mayor abundancia de especies por lo que se puede considerar como centro de origen y diversidad de esta especie. A partir de la conquista las mejores variedades fueron llevadas por los conquistadores hacia Sudamérica y el resto del mundo. (Pimienta, 1990).

León (1990), citado por Villalobos (2003), indica que la tuna es originaria de México y son dos los centros principales de distribución situadas en las áreas secas al extremo de los trópicos: la meseta de México, los andes del Perú y Bolivia y desde aquellas áreas se extienden bien adentro en las zonas templadas.

Tamaro (1987), citado por Villalobos (2003), menciona que la tuna también se denomina en español: nopal, higuera de pala, tragacanto o higo chumbo; en italiano, fico indianno; en francés figuier dinde o ragnatte.

Linneo (1953), citado por Villalobos (2003) había descrito a la especie *Cactus ficus indica* L., al crearse el género *Opuntia* se indica la reclasificación de aquellas especies que constituían parte del nuevo género.

Miller (1968), mencionado por Villalobos (2003). Hace la transferencia y forma el binomio *Opuntia ficus-Indica* (L), refiriéndose a una especie de cladodios aplanados sin espinas y de frutos comestibles.

Posteriormente fueron describiéndose nuevas especies con frutos comestibles, con espinas e inermes, y de diferentes tamaños de cladodios.

Bravo (1978), mencionado por Villalobos (2003), reconoce aproximadamente unas 60 especies mexicanas del género *Opuntia*; este número da una idea de su gran diversidad y al mismo tiempo de su dificultad para separarla y ordenarlas taxonómicamente.

Del género *Opuntia* hay solo 10 o 12 especies hasta ahora utilizadas por el hombre, entre las que se encuentran como especies cultivadas, *Opuntia ficus-Indica*, *O. amyclaea*, *O. xonocostle*, *O. megacantha* y *O. streptacantha* y como especies silvestres: *Opuntia hyptiacantha*, *O. leucotricha*, *O. robusta*. La más ampliamente cultivada en distintas partes del mundo es *Opuntia ficus-Indica* (Bravo, 1978)

Bravo (1978), considera que la tuna tiene la siguiente clasificación taxonómica.

Tabla 06: Clasificación taxonómica de la tuna

División	: Fanerógamas
Clase	: Dicotiledóneas
Orden	: Centrospermae
Familia	: Cactaceae
Subfamilia	: Opuntioideae
Género	: <i>Opuntia</i>
Especie	: <i>ficus-Indica</i> (L) Miller

Fuente: Bravo (1978).

2.2.2 Composición química de los cladodios de la tuna

Los cladodios de la tuna tienen interés desde el punto de vista industrial ya que cuando los brotes son tiernos (10-15 cm) se usan para la producción de “nopalitos” (en México) y cuando están parcialmente lignificados (cladodios de 2-3 años) para la producción de harinas y otros productos (Pimienta, 1990).

Tabla 07: Composición química de los cladodios de la tuna

Componente	Contenido
Energía (Kcal)	27
Proteínas (g)	1,70
Grasas (g)	0,30
Carbohidratos (g)	5,60
Calcio (mg)	93,0
Hierro (mg)	1,60
Tiamina (mg)	0,03
Riboflavina (mg)	0,06
Niacina (mg)	0,03
Ácido ascórbico (mg)	8

Fuente: Pimienta (1990).

El contenido de los macrocomponentes en el cladodio cambia con su edad, como lo muestra el siguiente cuadro. La morfología de la planta ayuda a la retención de agua (alrededor de 90%) y son altamente cotizados por su contenido de fibra (Abraján 2008).

Tabla 08: Composición química de los cladodios en distintas edades

Edad (años)	Proteína	Grasa	Cenizas	Fibra cruda	Extracto no nitrogenado
0,5	9,4	1	21	8	60,6
1	5,4	1,29	18,2	12	63,1
2	4,2	1,40	13,2	14,5	66,7
3	3,7	1,33	14,2	17	63,7
4	2,5	1,67	14,4	17,5	63,9

Fuente: Abraján (2008).

2.2.2.1 Agua

El agua en la composición química de los organismos vivos es evidente e importante, pues forma parte de una gran cantidad de compuestos y participa en muchas de las reacciones bioquímicas del metabolismo orgánico. En cactáceas tales

como: en la tuna (*Opuntia ficus-Indica*) alcanza valores mayores al 90% en tallos, pencas y frutos, y es el principal componente que brinda a la tuna y a otras plantas del género *Opuntia* el aspecto de succulencia. El contenido de las células vegetales es un medio siempre rico en agua; el porcentaje de esta, por otra parte, es diferente según las funciones fisiológicas y edad de los tejidos, máximo durante el periodo del crecimiento, pudiendo alcanzar, por lo tanto en las plantas jóvenes, del 90 al 95% (Pimienta, 1990).

2.2.2.2 Contenido mineral

La tuna, presenta a los minerales: hierro y calcio, en cantidades de 1,60 mg y 93 mg, respectivamente como principales minerales presente en su composición.

La cantidad y calidad de minerales que se localizan formando parte de los órganos y tejidos son muy variables, no solo en diferentes especies, sino también dentro de la misma; dicha heterogeneidad se basa en las diferencias determinadas genéticamente por sus necesidades, variación climática y composición del suelo. Los principales componentes minerales del genero *Opuntia* son el calcio y el potasio, presentándose también magnesio, sílice, sodio y pequeñas cantidades de hierro, aluminio y manganeso, predominando en forma de carbonatos y en ocasiones como cloruros, sulfatos y en pequeñas cantidades de fosfatos. (Pimienta, 1990).

2.2.2.3 Glúcidos

Su importancia reside en ser los constituyentes más abundantes de las sustancias orgánicas, representantes de una forma de almacenaje de energía capturada a partir de la luz por la acción de la fotosíntesis y base fundamental en el suministro de la

mayor parte de esqueletos carbonados y de la mayoría de los componentes orgánicos que constituye la planta (Pimienta, 1990).

2.2.2.4 Componentes nitrogenados

La importancia de los compuestos del nitrógeno se debe a su intervención en muchas, si no en todas, de las reacciones bioquímicas que integran la vida; este efecto se encuentra en componentes tan esenciales como las proteínas, los ácidos nucleicos, algunos reguladores del crecimiento de las plantas y en muchas de las vitaminas. En el género *Opuntia* se han hecho estudios a fin de aquilatar el valor nutritivo de los diferentes órganos que forman parte de la dieta alimenticia.

2.2.3 Características morfológicas

Muchos autores que han estudiado a la tuna (*Opuntia ficus-Indica*) reportan las siguientes características.

2.2.3.1 Raíz

El sistema radical de las tunas es muy extenso y superficial, alcanzando una profundidad cercana a los 80 cm, pero se extiende horizontalmente por varios metros. Es un sistema densamente ramificado, rico en raíces finas absorbentes y superficiales (Arones, 1998).

2.2.3.2 Tallo

La tuna presenta numerosos tallos modificados denominados cladodios (conocidos vulgarmente como “paletas” o “pencas”). Los cladodios tienen forma ovoide, elíptica u oblonga, similar a una raqueta de tenis; alcanzan una longitud de 33-60 cm y 18-25 cm de ancho; son aplanados, con un grosor de 1.8-2.3 cm; color verde

pálido a oscuro, con o sin espinas dependiendo de la variedad. Los cladodios están unidos unos a otros, formando numerosas ramificaciones que pueden llegar a alcanzar una altura de 3 a 5 m. Además, se posicionan de tal forma de aprovechar al máximo la luminosidad, por lo que los cladodios que crecen en invierno tienen una orientación diferente de los que crecen durante el verano. Sobre ambas caras del cladodio hay yemas, llamadas “aréolas”, que tienen la capacidad de desarrollar nuevos cladodios, flores y raíces dependiendo de las condiciones ambientales.

Las aréolas presentan en su cavidad espinas de dos tipos: unas pequeñas, agrupadas en gran número (conocidas como “gloquidios”), y otras grandes que son hojas modificadas. Los cladodios desarrollados tienen 52-69 areolas por cada cara. La epidermis de la tuna está cubierta de una gruesa cutícula que la protege de una amplia gama de insectos y patógenos y evita la deshidratación provocada por las altas temperaturas. Además, la cutícula es de color blanquecino, lo que le permite reflejar gran parte de la radiación, evitando el calentamiento excesivo del vegetal. Es así como puede tolerar temperaturas de hasta 60°C (Bravo, 1978).

2.2.3.3 Flores

Las flores son hermafroditas, solitarias y sésiles. Presentan una longitud de 6 a 7 cm y se desarrollan preferentemente en la parte apical del margen superior del cladodio. Las flores de la tuna presentan ovario ínfero y numerosos estambres (más cortos que los pétalos y el pistilo). Sus pétalos son de colores vivos: amarillo, anaranjado, rojo, rosa, blancas, entre otros colores, mientras que los sépalos son de color amarillo claro a rojizo o blanco. Sus flores son de antesis diurna y puede haber hasta 25 flores por cladodio. Las flores abren a los 35-45 días desde su brotación y

aparecen en los cladodios después de seis meses. En la mayor parte del mundo la tuna florece una vez al año. Sin embargo, bajo ciertas condiciones ambientales y con suministro de agua en verano, se presenta una segunda floración en marzo, que da origen a la llamada fruta “inverniza”. Este fenómeno sucede naturalmente en Chile (Bravo, 1978).

2.2.4 Características fisiológicas

Con referente al metabolismo de las cactáceas Bidwell (1979), citado por Kiesling (1998), la tuna (*Opuntia ficus-Indica*) presenta un metabolismo ácido de las crasuláceas (MAC), porque aumentan el contenido de ácido durante las noches, decreciendo durante el día. Estas plantas absorben anhídrido carbónico en la oscuridad, pero frecuentemente no a la luz, este metabolismo involucra la síntesis de acido durante el día con liberación de anhídrido carbónico para la fotosíntesis, aun cuando sus estomas están cerrados durante el día por el calor y la sequedad, usando el anhídrido carbónico que absorbieron durante la noche, más fresca y húmeda. El MAC no es una vía obligatoria, si las estomas se abren en el día, pueden absorber anhídrido carbónico y fijarse de modo usual.

Las plantas xerofitas (plantas secas) habitan en regiones secas, dichas plantas tienen la capacidad de sobrevivir a la sequedad extrema y prolongada (sequía). La primera, la resistencia de estas plantas a la desecación está determinada básicamente por dos factores: la presencia de células grandes con paredes delgadas tienen la capacidad de almacenar agua y formar un tejido que está rodeado por una epidermis, cuya cutícula es densa e impermeable. El segundo factor, el metabolismo ácido de las crasuláceas (MAC), donde el dióxido de carbono se fija durante la noche por ácidos

orgánicos, los cuales en el día se transforman mediante el proceso de la fotosíntesis, las estomas se cierran firmemente durante las horas de temperaturas elevadas y secas del día y se abren únicamente durante la noche fresca y húmeda.

2.2.5 Mucílago de la tuna

Un producto que está cobrando interés desde el punto de vista de la investigación médica y que también podría tenerlo para el sector industrial, son los hidrocoloides o mucílagos que se pueden extraer de las pencas y de las cáscaras de los frutos de la tuna. Hasta ahora las metodologías puestas a punto son complejas y costosas y los rendimientos logrados son bajos; sin embargo; el interés despertado en la industria de suplementos alimenticios para elaborar protectores de la mucosa gástrica, entre otros productos, hace pensar que tiene cierto futuro (Abraján, 2008).

Los mucílagos son polisacáridos heterogéneos, formados por diferentes azúcares y en general ácidos urónicos. Se caracterizan por formar disoluciones coloidales viscosas: geles en agua. Los mucílagos son constituyentes normales de las plantas.

Estudios efectuados por Abraján (2008), indican que el rendimiento en todos los casos es bajo: 0,5% en la cáscara y 1,2% en los cladodios.

En la tabla 10 se observa la composición del mucílago extraído con distintos solventes el mucilago constituye un hidrocoloide que podría integrar la oferta de una gran gama de agentes espesantes de amplio uso en la industria de alimentos y farmacéuticos, además de que tiene una gran capacidad de absorción de agua. Su poder gelificante está siendo actualmente estudiado Abraján (2008), puesto que si se mejoran los rendimientos de extracción podría competir con gomas de gran uso comercial.

Tabla 09: Composición del mucílago de los cladodios de la tuna

Solvente	Humedad	Proteína	Ceniza
Etanol	4,9 ± 0,6	7,9 ± 1,5	36,2 ± 0,2
Isopropanol	5,5 ± 1,1	6,7 ± 0,7	39,1 ± 2,4

Fuente: Abraján (2008).

Estudios recientes como: Valencia (2009), nos hacen saber la importancia del genero *Opuntia* para la aplicación de alimentos geriátricos, en su trabajo se ve reflejado la utilización de la *Opuntia subulata* para la elaboración de una bebida nutraceutica. Otros autores como: May (2009), menciona el uso de la *Opuntia ficus-Indica* como recubrimiento comestible para fresas.

2.2.6 Propiedades funcionales de la tuna

Tanto la fruta como los cladodios de la tuna son una fuente interesante de compuestos funcionales, entre ellos que destaca la fibra, los hidrocoloides (mucílago), los pigmentos (betalainas, carotenoides), los minerales (calcio, potasio) y vitaminas como la C (Pimienta, 1990).

Los cladodios, con su alto contenido en fibra, son actualmente una fuente importante de la misma, la que se obtiene por secado y molienda de los mismos. Este polvo o harina se destina tanto para la industria de alimentos como para la industria de complementos alimenticios, ligado de cierto modo a la industria farmacéutica. Las tabletas y cápsulas de nopal se encuentran en el mercado mexicano desde hace años y se ofrecen como un modo de controlar la obesidad y la diabetes.

En los últimos años varios autores han encontrado otros efectos fisiológicos, que sugieren nuevos productos farmacéuticos en base a extractos de cladodios y también de las cáscaras de los frutos. Es el caso de los trabajos efectuados por Abraján (2008), acerca del poder protector de la mucosa gástrica, mediante el cual se podrían prevenir las úlceras gástricas.

Abraján (2008), señala que el mucilago de nopal acelera la restauración de la mucosa gástrica, también señala que esta cactácea presenta actividad diurética por lo que ayuda al control de peso e hipertensión. Así mismo la actividad antiinflamatoria de un extracto de cladodios.

2.2.7 Incorporación del mucilago en alimentos humanos

El mucílago es un hidrocoloide que presenta propiedades funcionales y que estas contribuyen de cierta forma a la salud del aparato digestivo y en combinación con una dieta adecuada pueden prevenir trastornos alimenticios derivados de la grasa y azúcares.

2.3 CONSIDERACIONES DEL MEDIO AMBIENTE

2.3.1 Contaminación por lactosuero

Borda (2011), el suero, subproducto de la fabricación de queso fresco, aunque tiene un contenido proteico bajo, sus proteínas son de alto valor biológico (por su contenido en triptófano, lisina, aminoácidos azufrados) tienen una cantidad igual a la del huevo y no son deficientes en ningún aminoácido. Además el suero presenta una riqueza de minerales donde sobresale el potasio, seguido del calcio, fosforo, sodio y magnesio. Cuenta también con vitaminas del grupo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina) y ácido

ascórbico, así mismo posee lactosa, glúcido reductor, que por hidrólisis produce glucosa y galactosa.

Huginin (2008), El suero vertido a corrientes de agua por su valor nutritivo y energético, es consumido por bacterias y otros microorganismos que utilizan el oxígeno del agua; la demanda biológica de oxígeno (DBO) del lactosuero es de 40000 a 50000 mg. L-1 de O₂, el oxígeno de un río contaminado es de 10 mg. L-1, al descender a 4 de O₂ mg. L-1, desaparecen los peces incluyendo especies poco exigentes en oxígeno. El vertido de un litro de suero causaría la muerte de todos los peces contenidos en 10 toneladas de agua. 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.

Algunos efluentes de la industria láctica forman parte de los contaminantes más severos que existen hoy en día, el suero de leche, un sub producto de la manufactura de quesos, que representa el 80 y 90 por ciento del volumen lácteo transformado por la industria láctica, requiere gran cantidad de oxígeno para su tratamiento biológico.

Cuando la demanda química de oxígeno (DQO), con respecto al lactosuero, se vierte a un sistema acuático como un río o un lago, los microorganismos lo degradan consumiendo y necesitando una gran cantidad de oxígeno disuelto en agua, y si la cantidad de este baja significativamente se producen olores fétidos por putrefacción y se provoca la muerte por asfixia de la fauna del ecosistema. Si el suero es descargado en los suelos, puede este filtrarse hasta las aguas freáticas del sub suelo

2.4 EVALUACIÓN SENSORIAL

Se define el análisis sensorial como la identificación, medida científica, análisis e interpretación de las respuestas a los productos percibidas a través de los sentidos del gusto, vista, olfato, oído y tacto (Guerrero, 1993).

Las cuatro tareas principales del análisis sensorial son: identificar, medir científicamente, analizar e interpretar. Para poder obtener resultados concluyentes es necesario un correcto diseño experimental y un análisis estadístico apropiado.

El campo de aplicación del análisis sensorial dentro de la industria alimentaria es muy variado: desarrollo de nuevos productos, control de calidad o preferencias del consumidor, entre otros. Las técnicas del análisis sensorial se clasifican en dos grandes grupos dependiendo del objetivo que se persiga:

- Pruebas analíticas, que buscan medir o describir en detalle las características organolépticas de un producto.
- Pruebas de consumidores, que se emplean para evaluar las preferencias de los consumidores o medir la satisfacción que les proporciona el producto.

La percepción del sabor de un alimento es la suma de las diferentes sensaciones originadas en el estímulo de los receptores del gusto y el olfato. La aceptación de un alimento depende de sus propiedades sensoriales: color, sabor, olor, textura y el sonido que esta genera durante su consumo.

El color es la característica que tiene mayor influencia con el sabor. Guerrero (1993), por lo que en la aceptación o rechazo de los alimentos tienen gran importancia, y el sabor y aroma pasan a segundo término.

Así que en el desarrollo de unos productos se requiere de la adición de compuestos que semejan las características sensoriales que tienen aquellos en su forma natural. Cada alimento tiene una determinada capacidad para provocar las diferentes sensaciones (dulce, salado, astringente, etc.) durante su consumo y por esta razón se llevan a cabo análisis sensoriales que permitan cuantificar su poder o intensidad. (Badui, 1993).

Cuando la calidad de un producto alimenticio es evaluada por medio de los órganos sensoriales humanos se dice que la evaluación es sensorial o subjetiva, la mayoría de los juicios de la calidad de alimentos son de este tipo. Siempre que se come un alimento, se emite un juicio. Conscientemente o de alguna otra forma, el que come decide si la comida en cuestión tiene o no la calidad aceptable, si la ingiere o no. (Guerrero, 1993).

2.4.1 El umbral sensorial

Los evaluadores se caracterizan por que presentan una determinada sensibilidad frente a los estímulos, para estimar la magnitud de un estímulo, deben considerarse las percepciones y no las sensaciones, siendo la medida práctica de la sensibilidad de dichos analizadores el umbral, valor a partir del cual comienzan a hacerse perceptibles los efectos de un estímulo, es muy importante la utilización del umbral ya que contribuye a percibir los constituyentes organolépticamente activos de un alimento, se establece cuatro tipo de umbrales:

- **Umbral de detección:** mínima cantidad de un estímulo sensorial para producir una sensación.

- **Umbral de reconocimiento (de identificación):** mínima cantidad de un estímulo sensorial para identificar la sensación percibida.
- **Umbral diferencial:** mínima cantidad de un estímulo que produce una diferencia perceptible en la intensidad de la sensación.
- **Umbral terminal:** máxima cantidad de un estímulo en la cual no hay diferencia en la intensidad de la sensación percibida.

Los valores de umbrales no son absolutos, sino que varían en dependencia de la sustancia utilizada y de factores propios del individuo a los cuales se les determine como: edad, país, hábitos, salud, etc. (Guerrero, 1993).

2.4.2 Las propiedades organolépticas y los sentidos del ser humano

Los sentidos clásicos son el olfato, gusto, vista, tacto. Son diversos los criterios reportados en la literatura con relación al peso e importancia de cada una de las propiedades sensoriales en la calidad y aceptación de un producto alimenticio. En este sentido hay que considerar que la evaluación sensorial está dada por la integración de los valores particulares de cada uno de los atributos sensoriales de un alimento, por tanto no debe absolutizarse que una propiedad en particular es la que define la calidad de un producto dado; si no que existe una interrelación entre ellas, que no permite por tanto menospreciar el papel de ninguno de estas (Sancho, 2002).

2.4.3 El sabor y el sentido del gusto

El sabor se percibe mediante el sentido del gusto, el cual posee la función de identificar las diferentes sustancias químicas que se encuentran en los alimentos. El gusto se define como las sensaciones percibidas por los receptores de la boca,

específicamente concentrados en la lengua, aunque también se presentan en el velo del paladar, mucosa de la epiglotis, en la faringe, laringe y en la garganta. Las anomalías del gusto se describen como ageusia (ausencia completa del gusto), desgeusia (distorsión del gusto) y hipogeusia (disminución del gusto).

Se ha demostrado que existen diversos factores que inciden en la detección de los sabores, entre los que se encuentran: la edad debido a su asociación con los gustos y preferencias de ciertos alimentos y que las papilas gustativas se generan y degeneran con el tiempo. (Pedrero y Pangborn, 1989).

2.4.4 El olor y el sentido del olfato

El olor desempeña un papel muy importante en la evaluación sensorial de los alimentos, sin embargo su identificación y las fuentes de las que provienen son muy complejas y aún se desconocen muchos aspectos de este campo.

El olor de los alimentos se origina por las sustancias volátiles que cuando se desprenden de ellos pasan por las ventanas de la nariz y son percibidos por los receptores olfatorios. Los seres humanos disponen de unos 1 000 receptores conocidos que parece ser que distinguen unos 10 000 olores distintos, sin embargo, a veces el mecanismo olfatorio no funciona adecuadamente y se produce una significativa pérdida de la capacidad olfativa o ausencia total de la facultad de oler, debido a varios factores como son: edad, infecciones virales, alergias, entre otros. Dicha anomalía se conoce con el nombre de anosmia (pérdida del sentido del olfato) (Pedrero y Pangborn, 1989).

2.4.5 El color y el sentido de la vista

La importancia del color en la evaluación sensorial se debe fundamentalmente a la asociación que el consumidor realiza entre este y otras propiedades de los alimentos, por ejemplo, el color rojo se asocia al sabor fresa, el verde a la menta, etc. Demostrándose además que en ocasiones solo por la apariencia y color del alimento un consumidor puede aceptarlo o rechazarlo.

El mecanismo de percepción sensorial del color tiene origen en el humano, el cual se encuentra situado en una cavidad ósea del cráneo llamado orbita y posee tres capas distintas la capa exterior protectora llamada esclerótica, la capa media nutritiva es la coroidea y la capa más interna sensible a la luz se denomina retina. (Pedrero y Pangborn, 1989).

La evaluación del color en los alimentos es de vital importancia, tan es así que en la mayoría de las evaluaciones de un producto, el consumidor asocia el sabor de este con un color determinado. Al igual que en el resto de las características organolépticas existe una serie de factores que inciden en la percepción de los colores, como son: la edad de los observadores como un aspecto fundamental, y las alteraciones fisiológicas que afectan la retina del ojo humano, existen individuos que pierden la percepción en la proporción adecuada de los colores primarios, por lo que presentan cegueras para uno o varios de estos. (Pedrero y Pangborn, 1989).

2.4.6 Tipos de pruebas usadas en el análisis sensorial

Existen diferentes métodos para la evaluación sensorial, por lo que se debe conocer las ventajas y desventajas de cada método. Para cada situación debe precisar el

método más práctico, eficiente, propósito de la prueba y la información que desea contener.

- **Prueba de preferencia:** En las pruebas de preferencia el consumidor o juez de la prueba realiza una elección entre productos; entre estas pruebas las más utilizadas son las de comparación apareada entre dos productos codificados que se presentan a los jueces quienes tienen que elegir la que prefieren; y la de ordenación en la que varios productos codificados se presentan a los jueces que tienen que ponerlos en orden de preferencia.
- **Pruebas hedónicas:** En las pruebas hedónicas se le pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general (liking) que le produce un producto utilizando una escala que le proporciona el analista. Estas pruebas son una herramienta muy efectiva en el diseño de productos y cada vez se utilizan con mayor frecuencia en las empresas debido a que son los consumidores quienes, en última instancia, convierten un producto en éxito o fracaso. Hasta hace poco tiempo era el departamento de marketing e investigación comercial de las empresas el único implicado en la evaluación e intención de compra del consumidor, pero es importante distinguir entre análisis sensorial y marketing, ya que las pruebas sensoriales se hacen “a ciegas”, sin informar de aspectos como precio o marcas, y puede suceder que un producto tenga una alta valoración hedónica por el consumidor pero no tenga éxito en el mercado. Por todo esto, las pruebas hedónicas de consumidores previas al trabajo de marketing resultan ser de mucha utilidad en la gestación y puesta en el mercado de nuevos productos (Guerrero, 1993).

2.4.7 Escala hedónica

Consiste en una lista ordenada de posibles respuestas correspondientes a distintos grados de satisfacción equilibradas alrededor de un punto neutro. El consumidor marca la respuesta que mejor refleja su opinión sobre el producto. Estas respuestas pueden ser números enteros, etiquetas verbales o figuras (para estudios con niños). Las que utilizan números enteros están cayendo en desuso pues se tiene observado que introducen sesgo ya que los consumidores parecen tener preferencia por ciertos números, Maecha (1993). La escala más utilizada es la escala hedónica de 7 puntos que produce datos discretos.

Se usa para medir a nivel laboratorio la posible aceptación del alimento. Se pide al juez que luego de su primera impresión responda cuando le agrada o desagrada el producto, esto lo informa de acuerdo a una escala verbal numérica que va en la ficha. La escala tiene 9 cm de longitud, pero a veces es demasiado extensa, pudiéndose acortar a 7 o 5 cm. (Witting, 1988).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

Este trabajo se llevó a cabo en los laboratorios de tecnología de alimentos, laboratorio de análisis de alimentos y planta de jugos y conservas de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia y el laboratorio de análisis microbiológico de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. (Desde el mes de noviembre del 2016 al mes de Marzo del 2017).

3.2 Materia prima

Para el trabajo de investigación se utilizó principalmente lactosuero, para la obtención de este subproducto, se adquirió leche de fresca de la comunidad campesina de Allpachaca, del distrito de Chiara, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, obteniéndose finalmente el lactosuero como un subproducto.

3.3 Insumos, materiales, equipos y reactivos

3.3.1 Insumos

- Azúcar blanca industrial
- Ácido cítrico
- Sorbato de potasio
- Gel deshidratado de tuna

3.3.2 Materiales

- Crisol de porcelana
- Balón de kjedahl
- Probetas de 250 mL
- Erlenmeyer de 250 mL
- Pipeta con embolo
- Pera de decantación
- Desecador
- Matraz de Kitasato
- Luna de reloj
- Termómetro
- Vaso de precipitado
- Placas Petri
- Tubos de ensayo
- Gradillas
- Manta cielo (gasa)
- Papel de aluminio

- Envases de vidrio de 1000 mL
- Balón de digestión
- Colador
- Tinas de plástico
- Cuchillo

3.3.3 Equipos

- Equipo de extracción de grasa (marca ELECTROMANTLE)
- Equipo Kjeldahl (Extractor de proteína marca LABCONCO)
- Balanza analítica (marca OHAUS, con capacidad de 200 g)
- Mufla (marca MEMMERT, con temperatura máxima de 700 °C)
- Estufa (marca BIONET, con temperatura máxima de 200 °C)
- Centrífuga (marca JANETZKI modelo T30 hasta 10 000 rpm)
- pH-metro (marca QUIMIS de 0 a 14)
- Refractómetro de mano (marca ATAGO de 0 a 100 °Brix)
- Licuadora (marca OSTER de 3 velocidades)
- Cocina industrial (marca SURGE)

3.3.4 Reactivos

- Alcohol etílico 95° [CH₃CH₂OH]
- Hidróxido de sodio 0,1 N (NaOH)
- Fenolftaleína (C₂₀H₁₄O₄) al 1%
- Ácido sulfúrico 98% (H₂SO₄)
- Ácido clorhídrico (HCL)

- Hidróxido de sodio 80% (NaOH)
- Catalizadores (SO₄Cu y SO₄K₂)
- Catalizador de proteína (SO₄Cu y SO₄K₂)
- Ácido bórico (H₃BO₃)
- Rojo de metilo
- Verde bromocresol
- N – Hexano (C₆H₁₄)

3.4 Métodos de análisis

3.4.1 Análisis y control de la leche

En el anexo 07, se muestra los requisitos fisicoquímicos que debe presentar la leche.

- **Densidad:** Se realizó mediante el uso de un lactodensímetro (Less, 1993).
- **Acidez:** se determinó mediante el método de la titulación directa con NaOH de normalidad conocida (Less, 1993).

3.4.2 Composición química proximal del lactosuero

- **Cantidad de agua:** Se realizó por el método de la estufa a 105 °C hasta peso constante, propuesto por la A.O.A.C. (1998).
- **Grasa:** Se utilizó el método Soxhlet, propuesto por la A.O.A.C. (1998).
- **Proteína:** Se determinó mediante el método de Kjeldahl, recomendada por la A.O.A.C. (1998).
- **Ceniza:** La muestra fue incinerada a 600 °C para quemar todo el material orgánico, recomendada por la A.O.A.C. (1998).

- **Carbohidratos:** Cálculo matemático por diferencia, recomendada por la A.O.A.C. (1998).
- **Fibra:** Mediante el método propuesto por la A.O.A.C. (1998).

3.4.3 Análisis fisicoquímico y sensorial del lactosuero

- **Determinación del pH:** Mediante el potenciómetro a temperatura ambiente (Less, 1993).
- **Determinación de la acidez:** se determinó mediante el método de la titulación directa con NaOH de normalidad conocida (Less, 1993).
- **Determinación de la densidad:** Utilizando un instrumento llamado picnómetro de Fisher (Less, 1993).
- **Determinación de sólidos solubles:** Por refractometría a 20 °C (Less, 1993).
- **Color:** Mediante el sentido de la vista (Pedrero y Pangborn, 1989).
- **Sabor:** Mediante el sentido del gusto (Pedrero y Pangborn, 1989).
- **Olor:** Mediante el sentido del olfato (Pedrero y Pangborn, 1989).
- **Apariencia general:** Mediante el uso de los 5 sentidos (Pedrero y Pangborn, 1989).

3.4.4 Análisis microbiológico del lactosuero

Se determinó coliformes totales, recuento de mesófilos viables, *Staphylococcus aureus*, mohos y levaduras a la muestra del lactosuero, tomando en cuenta para ello los requisitos que exige la Norma Técnica Peruana para leche y productos lácteos. (NTP 202.092.2002)

3.5 Metodología experimental para las pruebas preliminares

3.5.1 Obtención del lactosuero

Para obtener el lactosuero se tuvo en cuenta el diagrama de flujo que se muestra en la figura 01.

- a. **Recepción de la leche:** Se recibió en un balde previamente lavado, desinfectado y esterilizado.
- b. **Análisis de la leche:** Se realizó la medición de la acidez titulable y la densidad.
- c. **Pasteurización de la leche:** Se llevó a pasteurización a una temperatura de 63 – 65 °C por un tiempo de 30 minutos.
- d. **Acondicionamiento:** Con cloruro de calcio (CaCl_2), a una temperatura de 40 °C
- e. **Cuajado:** Se agregó el cuajo a una temperatura aproximada de 37 °C, la leche se dejó en reposo por un tiempo de 10 minutos.
- f. **Cortado:** Se usó la lira para que el corte sea homogéneo.
- g. **Desuerado:** Se separó el suero (1/3 de suero del volumen inicial de la leche).
- h. **Recepción del Lactosuero:** El suero se recibió en una olla previamente desinfectada y esterilizada, el lactosuero que se va aprovechar es correspondiente al primer desuerado.
- i. **Filtrado:** En esta etapa se separan los sólidos sobrantes de la elaboración del queso, lo cual es tamizada por un filtro (colador y tela).
- j. **Pasteurización:** Se realizó a una temperatura de 65 °C por 30 minutos, con la finalidad de inhibir la acción del cuajo y reducir la presencia de patógenos en el suero.
- k. **Enfriado:** En esta etapa del proceso, se llevó el lactosuero a una temperatura de 3 - 4 °C para su posterior utilización.

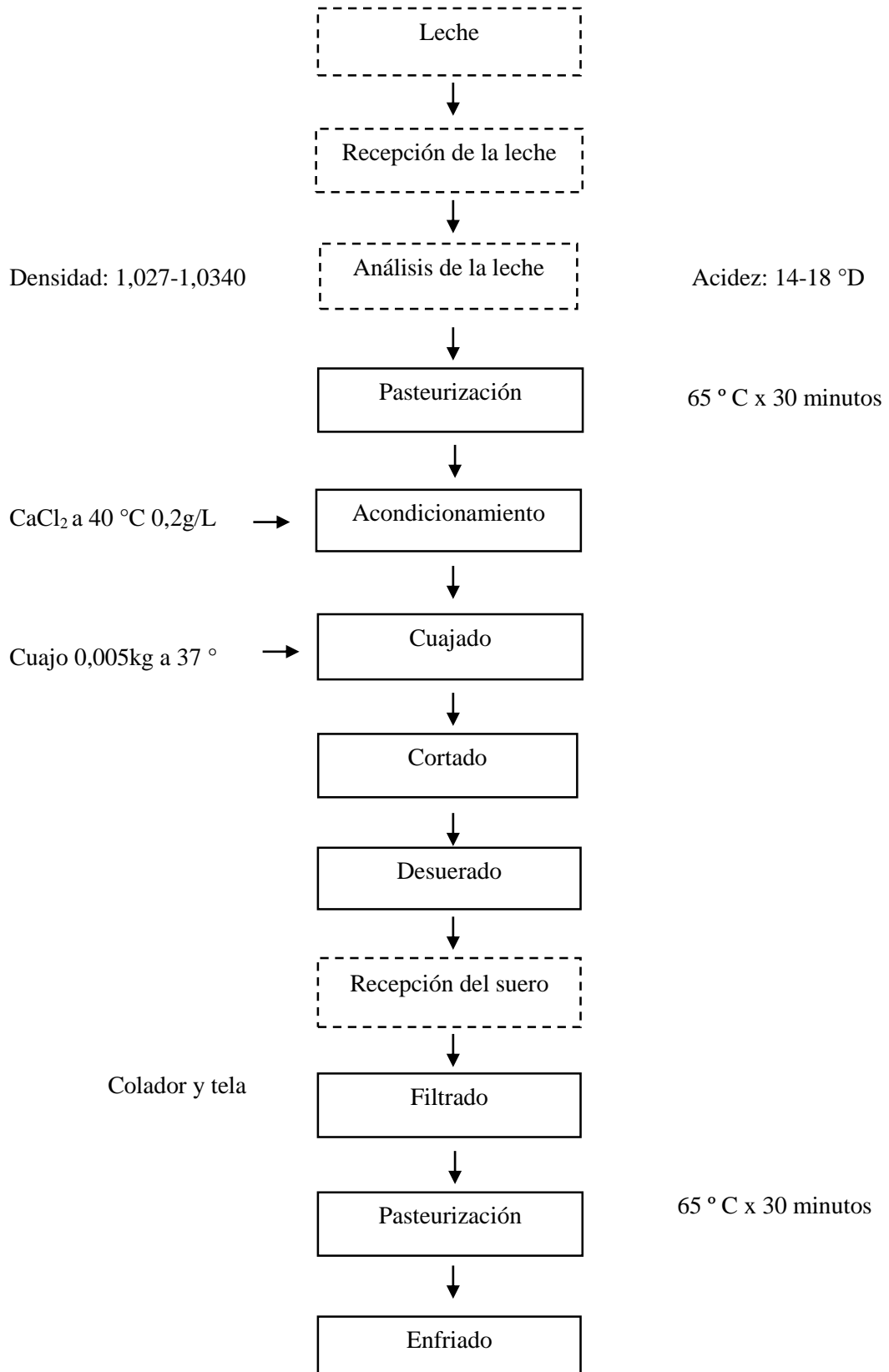


Figura 3.1: Diagrama de flujo del proceso de obtención de lactosuero

3.5.2 Obtención del gel deshidratado de tuna

Para la obtención del gel deshidratado de tuna, se debe tener en cuenta el diagrama de flujo que se muestra en la figura 02.

- a. **Recolección:** Los cladodios de la variedad de tuna espinoso, se cosecharon por la mañana, ya que la acidez de éstas varía según la hora de cosecha.
- b. **Selección:** Fueron seleccionados (de acuerdo a las edades aproximadas y a la apariencia que estas presentaron).
- c. **Limpieza y desinfección:** Se llevó al despojo de sus espinas y posteriormente fueron lavados con agua, con el uso de un cepillo de cerdas de metal.
- d. **Troceado:** Fueron cortados de forma en trozos de aproximadamente 1 cm.
- e. **Trituración:** Los cladodios fueron triturados en una licuadora doméstica con agua destilada en una proporción de 1: 2 p/v (tuna/agua destilada).
- f. **Filtración:** La mezcla triturada se filtró a través de una tela gasa y se prensó, evitando así el paso de partículas sólidas.
- g. **Centrifugación:** La mezcla se sometió a centrifugación a 10, 000 rpm por 10 minutos.
- h. **Reposo:** El extracto de mucílago se dejó en reposo a 20 ° C por 15 horas.
- i. **Precipitación:** Para lograr la precipitación se empleó etanol al 95 % en una proporción de 1:1, 1:2 y 1:3 v/v (etanol/extracto de mucílago), separándose así por decantación.
- j. **Deshidratación:** El mucílago ya precipitado se llevó a una estufa, se trabajó con una temperatura de 66 ° C a un tiempo de 2 horas aproximadamente.
- k. **Molienda:** El mucílago deshidratado se molió en un mortero de porcelana y el polvo obtenido se hizo pasar por un tamiz número 60.

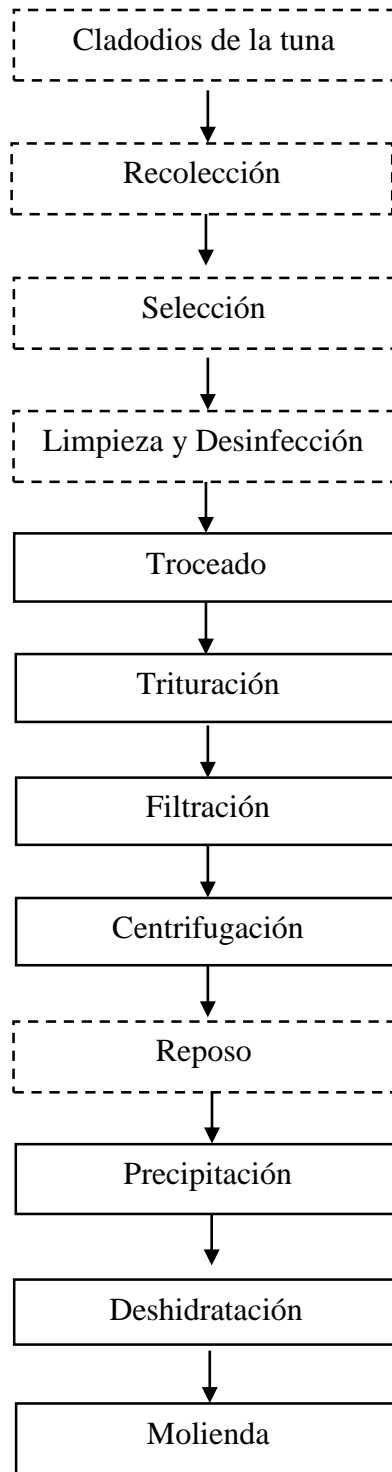


Figura 3.2: Diagrama de flujo del proceso de extracción del gel deshidratado de tuna

3.5.3 Proceso de elaboración de la bebida

Para la elaboración de la bebida se tuvo en cuenta el diagrama de flujo tentativo que se muestra en la figura 03.

a. Formulación: En esta etapa del proceso se agregó los insumos que constituyen a la bebida.

- Acidez: Mediante la adición del ácido cítrico hasta llegar a un pH de 4,7 a 5,0
- Azúcar: Hasta tener una concentración de sólidos solubles de 12,0 a 13,0 ° Bx
- Gel de tuna: En concentraciones de 2, 4, 6 y 8%.
- Sorbato de potasio: 0,06 – 1,2%
- Ácido ascórbico: 300-500 mg/L

b. Homogenización: Se llevó a cabo mediante el uso de una paleta de madera, hasta lograr la disolución de todos los ingredientes.

c. Pasteurización: La pasteurización se llevó a cabo a una temperatura de 65 ° C por un tiempo de 30 minutos aproximadamente. El control de la temperatura se efectuó introduciendo un termómetro a la dilución y agitando con una paleta de madera.

d. Envasado y sellado: El envasado se realizó manualmente inmediatamente después de la pasteurización a una temperatura de 75 ° C, el llenado de la bebida fue hasta el cuello de la botella, evitando así la formación de espuma, las botellas y las tapas fueron previamente lavadas y esterilizadas con agua a ebullición.

e. Enfriado: La bebida se enfrió rápidamente a 18 ° C, con el fin de asegurar la formación del vacío dentro de la botella. Las botellas fueron sumergidas en un recipiente con agua fría, de tal manera que se produzca un “shock térmico” en el interior y exterior del envase.

f. Almacenamiento: El producto terminado fue almacenando a temperatura ambiente para su posterior análisis y degustación.

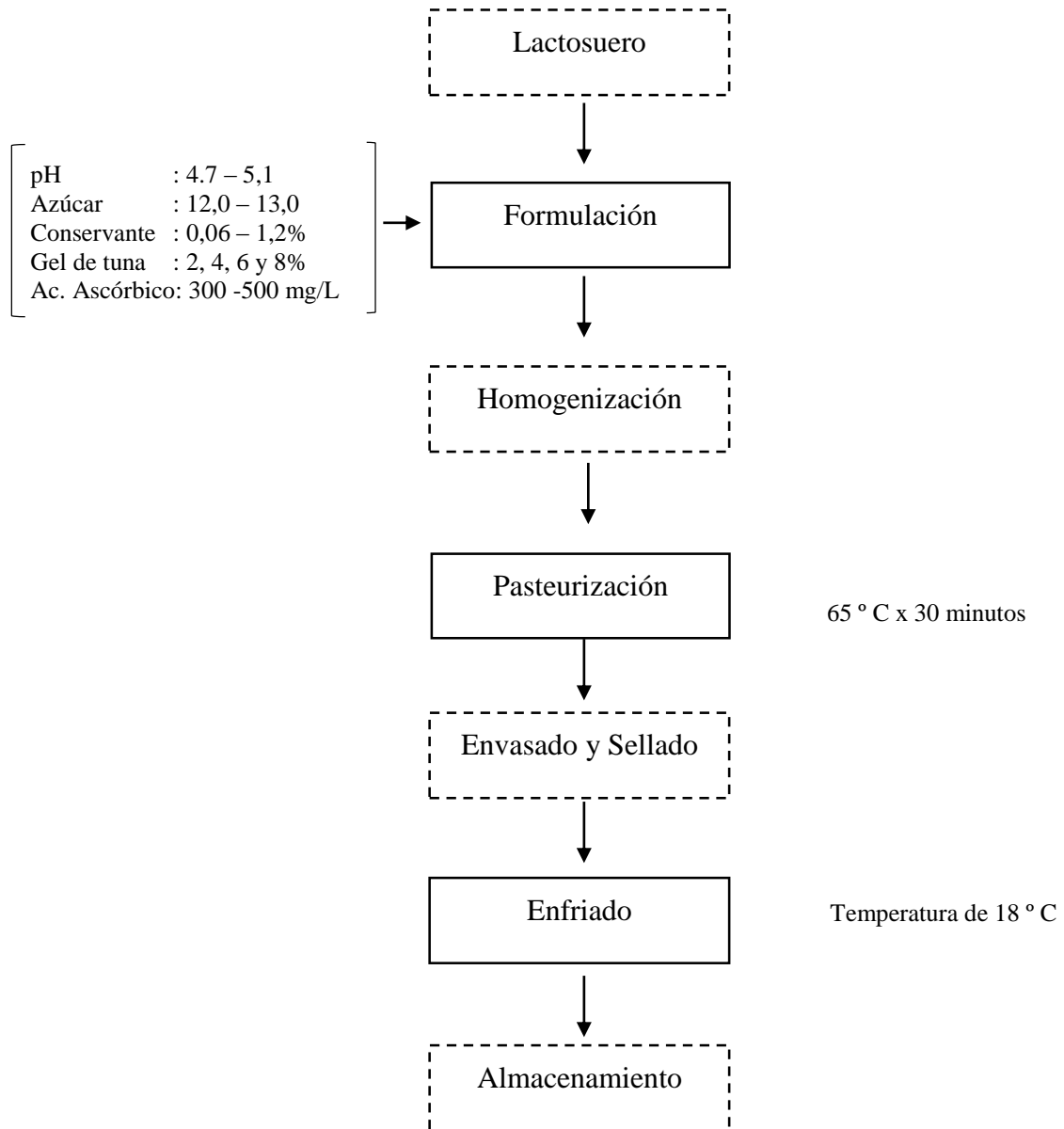


Figura 3.3: Diagrama de flujo del proceso tentativo de elaboración de la bebida

3.5.4 Diseño estadístico

Para la obtención del gel deshidratado de tuna y para la evaluación de las características fisicoquímicas en la bebida, el diseño estadístico utilizado fue el diseño completamente al azar (DCA), haciendo uso del software: “Statistical Package for the Social Sciences” (SPSS), versión N° 23, cuyos resultados fueron evaluados estadísticamente mediante el análisis de varianza, luego fueron sometidos a una prueba de comparación de Duncan, la ecuación se muestra a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

Donde:

y_{ij} = Respuesta observada en el i -ésimo tratamiento, j -ésima repetición.

μ = Efecto de la media general (factor constante). Es un parámetro.

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento en la u.e. Es un parámetro único.

ϵ_{ij} = Efecto de la j -ésima repetición (u.e.) sujeto al i -ésimo tratamiento. Error experimental (factor aleatorio) y es el efecto no controlado.

Para la precipitación de gel de tuna con alcohol al 95%, se evaluó tres tratamientos, 1:1, 1:2 y 1:3 v/v (etanol/extracto de mucílago) con tres repeticiones.

Para la evaluación de las características fisicoquímicas en la bebida se evaluaron cuatro tratamientos (bebida con gel deshidratado de tuna al 2,0; 4,0; 6,0 y 8,0%) con tres repeticiones.

3.5.5 Análisis sensorial

Los tratamientos en estudio fueron sometidos a una evaluación sensorial mediante una prueba efectiva, haciendo uso de la escala hedónica de 7 puntos, con la participación de 15 panelistas semientrenados, evaluando para ello los siguientes atributos: color, olor, sabor, y apariencia.

El diseño estadístico que se utilizó para el análisis de los resultados sensoriales fue el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 5% de significancia, luego fueron sometidos a la prueba de comparación de Duncan para determinar cuál de los tratamientos tiene mayor grado de aceptabilidad por los panelistas. El modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = Es la respuesta en el i-ésimo panelista, para el j-ésimo tratamiento

μ = Promedio global para todas las observaciones

β_i = Efecto del i-ésimo panelista

T_j = Efecto del j-ésimo tratamiento

E_{ij} = Error aleatorio

3.5.6 Composición química proximal de la bebida

Se determinó a la bebida que presentó los mejores atributos y que tuvo el mayor grado de aceptabilidad en el análisis sensorial. El procedimiento de análisis se muestra en la parte 3.4.2.

3.5.7 Análisis fisicoquímico de los tratamientos de la bebida

Para el análisis fisicoquímico de la bebida se tuvo en consideración las recomendaciones que se muestran en el inciso 3.4.3.

3.5.8 Análisis microbiológico de la bebida

Para el análisis microbiológico de la bebida se tiene en consideración las recomendaciones se muestra en el inciso 3.4.4.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Obtención del lactosuero y rendimiento

Para la ejecución del trabajo de investigación, fue necesario disponer de lactosuero, para lo cual se adquirió leche fresca en recipientes conocidos como “lecheras”, previamente higienizadas y esterilizadas para la obtención de la materia prima.

Con respecto a la densidad de la leche se observó que esta presentaba una densidad promedio de $1,0270 \text{ g/cm}^3$; una acidez de $16 \text{ }^\circ\text{D}$, estos resultados están dentro de los parámetros que exige la Norma Técnica Peruana (NTP 2002.001) el balance de materia para el procesamiento de queso y posterior obtención del lactosuero se muestra en la tabla 10.

Tabla 10: Balance de materia en la obtención del lactosuero

ENTRADA			SALIDA		
Descripción	kg	%	Descripción	kg	%
Recepción de la leche					
Leche	30,00	100,0	Leche	30,00	100,0
TOTAL	30,00	100,0	TOTAL	30,00	100,0
Pasteurización					
Leche	30,00	100,0	Leche	29,90	99,66
			Pérdida	0,10	0,34
TOTAL	30,00	100,0	TOTAL	30,00	100,0
Acondicionamiento					
Leche	29,90	99,98	Leche	29,906	100,0
CaCl ₂	0,006	0,02			
TOTAL	29,906	100,0	TOTAL	29,906	100,0
Cuajado					
Leche	29,906	99,99	Leche	29,9085	100,0
Cuajo	0,0025	0,01			
TOTAL	29,9085	100,0	TOTAL	29,9085	100,0
Desuerado					
Queso	4,50	15,05	Suero	25,4085	10,00
Suero	25,4085	84,95			
TOTAL	29,9085	100,0	TOTAL	25,4085	100,0
Filtrado del lactosuero					
Suero	25,4085	100,0	Suero	25,4080	99,99
			Pérdida	0,0005	0,01
TOTAL	25,4085	100,0	TOTAL	25,4085	100,0
Pasteurización del lactosuero					
Suero	25,4080	100,0	Suero	25,40	99,99
			Pérdida	0,008	0,01
TOTAL	25,4080	100,0	TOTAL	25,4080	100,0

La tabla anterior muestra un balance de materia en base a 30 kg de leche donde se obtiene 25,40 kg de lactosuero. La leche debe de ser integra no alterada ni adulterada, higiénica, exenta de olor, sabor y consistencias anormales.

4.2 Composición química proximal del lactosuero

La tabla 11 muestra la composición química proximal del lactosuero que se utilizó en la elaboración de la bebida.

Tabla 11: Composición química proximal del lactosuero

Componentes	Valor experimental (%)
Contenido de agua	92,34
Proteína	1,07
Grasa	0,30
Ceniza	0,38
Carbohidratos	5,91

El contenido de agua del lactosuero es de 92,34%; este valor está cercano con lo descrito por Poveda (2013), quien reporta una cantidad de agua de 93,60%. Una de las principales características del lactosuero en estudio es el contenido de agua, ya que es fundamental para determinar su índice de estabilidad.

El contenido de proteínas en el lactosuero evaluado fue de 1,07%, el cual difiere del 0,55% reportado por Poveda (2013) y Gosta (2003), que también da a conocer un valor de 0,55% para el suero ácido y dulce.

El contenido de lípidos en el lactosuero fue de 0,30%, el cual es diferente de lo reportado por Poveda (2013), quien da a conocer un valor de 0,05% y también por Gosta (2003), que reporta valores de 0,05% y 0,04% para suero dulce y suero ácido respectivamente, estas diferencias pueden estar influenciadas por diversos factores. La materia grasa es uno de los componentes más variables del suero de la leche, ya que la composición de la grasa en el lactosuero puede variar considerablemente dependiendo de las características de la leche utilizada en la elaboración del queso,

estos factores son: el estado de la lactancia, edad, alimentación, estado nutricional, raza, etc. Esta variación está señalado que una de las formas de incrementar el contenido graso en la leche, es a través de cruzamiento con animales mejorados en este aspecto. La alimentación es otro factor, dietas que consideran un alto suministro de concentrado implican que el contenido de grasa de la leche disminuya, por el contrario de dietas ricas en forraje que permite obtener un producto con mayor contenido graso (Hazard, 1997).

El contenido de ceniza fue de 0,38 %, lo cual es diferente del 0,50% descrito por Poveda (2013), y del 0,50 % y 0,80 % reportado por Gosta (2003), para suero dulce y suero ácido respectivamente. Prácticamente todos los minerales del suelo, donde se ha alimentado la vaca están presentes en el lactosuero, el calcio es el más representativo desde el punto de vista nutricional, estudios dietéticos muestran que las deficiencias de calcio en nuestra dieta son debidas al bajo consumo de productos lácteos (Hazard, 1997).

El contenido de carbohidratos en el lactosuero es de 5,91%, mientras que Gosta (2003) reporta 4,90% para el suero dulce y 4,60% para el suero ácido. Los carbohidratos son azúcares que se encuentran en el lactosuero principalmente como lactosa, se observa que el suero dulce tiene mayor contenido de lactosa que el suero ácido.

La composición nutricional del lactosuero puede variar considerablemente dependiendo de las características de la leche utilizada para la elaboración del queso. A partir de estas diferencias se encuentran los tipos de lactosuero (Poveda, 2013).

4.3 Análisis fisicoquímico y sensorial del lactosuero

El análisis fisicoquímico del lactosuero nos ayudara a determinar de ciertos componentes como acidez, pH, densidad, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 12: Análisis fisicoquímico del lactosuero

Componentes	Valor experimental
Sólidos solubles (° Brix)	6,0
%Acidez (°D)	17,5
pH	6,48
Densidad (g/cm ³)	1,0265

Para los sólidos solubles se muestra un valor de 6,0 de °Brix, diferente a lo mencionado por Poveda (2013), Estas diferencias pueden atribuirse a las condiciones en las que se realizaron los análisis.

En la determinación de acidez, se muestra un valor de 17,5 °D, diferente a lo que reportó Gosta (2003) que da a conocer un valor de 20,0 °D para el suero dulce. Según las propiedades fisicoquímicas, un lactosuero puede ser clasificado como ácido o dulce.

En el primer grupo, se encuentran aquellos que provienen de la fabricación de quesos frescos de pasta blanda, obtenidos a partir de leche de vaca y/o de cabra; en ellos, la lactosa se ha transformado en ácido láctico, son ricos en calcio y fósforo; el pH es < 4,6 y los °D son < 20 °. Y la segunda por precipitación enzimática a pH 4,8 – 6,6 Gosta (2003).

Al determinar el pH en el lactosuero, reportamos un valor de 6,48; este resultado está dentro de lo reportados por:(Borda (2011), que describe un valor de pH de 5,9 – 6,6). pH de 5,8 - 6.6 (Huginin, 2008). Se observa un pH que clasifica al lactosuero como dulce.

La densidad del lactosuero es de 1,0265 g/cm³ está en correspondencia con los valores descritos por Gosta (2003), de 1,0264 g/cm³ para el suero dulce y 1,0260 g/cm³ para el suero ácido y ligeramente inferiores a valores de una leche fresca que oscila entre 1,0275 g/cm³ a 1,034 g/cm³ a 15 °C.

La determinación del color, olor, sabor y apariencia en general del lactosuero se hizo de forma visual, para observar el color se extrajo cierta cantidad (20 mL) de muestra del lactosuero y se observó a contraluz ya que el color característico del lactosuero es amarillento.

El lactosuero presenta un olor y sabor particular que lo caracteriza con respecto a la leche (Poveda, 2013). Con respecto a la apariencia general, no presentó cambio alguno.

4.4 Análisis microbiológico del lactosuero

El lactosuero se llevó a un análisis microbiológico para garantizar su uso en el trabajo experimental, por lo cual se realizaron pruebas (ver anexo 08) cuyos resultados se muestran en la tabla 13.

Tabla 13: Análisis microbiológico del lactosuero (ufc)

Análisis microbiológico	Resultado
Mesófilos viables	Negativo
Coliformes totales	Negativo
<i>Staphylococcus aureus</i>	Negativo
Mohos y levaduras	Negativo

Los análisis microbiológicos empleados son los que se realizan en forma general para evaluar la inocuidad y el recuento de microorganismos presentes. Según los resultados obtenidos estas se encuentran dentro del rango de las especificaciones de la NTP 2002.001.

4.5 Obtención del gel deshidratado de tuna

La precipitación del mucílago con alcohol es la parte más importante en la obtención del gel deshidratado de tuna, en la tabla 15 se muestra los pesos obtenidos con diferentes proporciones de alcohol al 95% y extracto de mucílago.

Tabla 14: Valores en gramos (g) en la obtención del gel deshidratado de tuna

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
	Obtención del gel (g)	0,78	0,98
	0,82	1,10	1,00
	0,85	1,05	0,94

La tabla anterior muestra los valores en gramos (g) de gel deshidratado de tuna obtenida, que se llevaron a un análisis de varianza. El resultado se muestra en la tabla 15.

Tabla 15: Análisis de varianza para el rendimiento en la obtención de gel deshidratado de tuna

Origen	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	2	0,078	0,039	17,763	0,003
Error	6	0,013	0,002		
Total	9	8,006			
Total corregido	8	0,091			

De los resultados podemos afirmar, para un nivel de significancia de 5% existen diferencias significativas entre los volúmenes de alcohol utilizado para la obtención de gel deshidratado; para determinar cuál de la relación entre los volúmenes de extracto y alcohol tuvo mayor extracción de gel, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 16: Prueba de comparación de Duncan para la obtención del gel deshidratado de tuna

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
1	3	0,8167	
3	3		0,9533
2	3		1,0433
Sig.		1,000	0,057

Los resultados que se muestran en la tabla anterior confirman que existen diferencias significativas entre los tratamientos, donde se obtiene un mayor peso en la extracción de gel deshidratado de tuna con el tratamiento 2 (etanol/ extracto de mucilago) en relación 1:2.

El mejor tratamiento para la extracción de gel deshidratado de tuna fue el tratamiento 2, donde se obtuvo 1,0433 g/ 100 g de cladodio, se utilizó la variedad

espinoso. Hay muchos factores que influyen en la obtención del gel, la hora de recolección, la edad y la especie en los cladodios. Se observa un menor rendimiento que el 5,50% reportado por May (2009) y a lo mencionado por Abraján (2008), de entre 0,88 y 1,22% en cladodios tiernos de *Opuntia ficus-Indica*.

4.6 Evaluación de las características fisicoquímicas en la bebida

a. Acidez titulable en la bebida

La acidez titulable es la cantidad total de ácido en una solución determinada por titulación usando una solución estándar de hidróxido de sodio, en la tabla 17 se observa los valores de la acidez para cada tratamiento.

Tabla 17: Acidez titulable (%) en los diferentes tratamientos de la bebida

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
% de Acidez	0,2241	0,2273	0,2318	0,2388
	0,2273	0,2286	0,2331	0,2375
	0,2260	0,2292	0,2356	0,2343

La tabla anterior muestra los valores de la acidez en la bebida para los diferentes tratamientos que se llevaron a un análisis de varianza. El resultado se muestra en la tabla 18.

Tabla 18: Análisis de varianza para la acidez (%) en la bebida

Origen	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamiento	3	0,000	7,457E-5	23,623	0,000
Error	8	2,525E-5	3,157E-6		
Total	12	0,641			
Total corregido	11	0,000			

Del resultado podemos afirmar, para un nivel de significancia de 5%, existen diferencias significativas entre la acidez titulable de la bebida para determinar cuál es la acidez óptima, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 19: Prueba de comparación de medias de Duncan para la acidez

Tratamiento	N	Subconjunto		
		1	2	3
1	3	0,2258		
2	3	0,2284		
3	3		0,2335	
4	3			0,2369
Sig.		0,115	1,000	1,000

Los resultados que se muestran en la tabla anterior confirman que existen diferencias significativas, donde el resultado para la acidez que se muestra en el tratamiento 1 es de 0,2258% y para el tratamiento 4 de 0,2369% contenido en ácido cítrico.

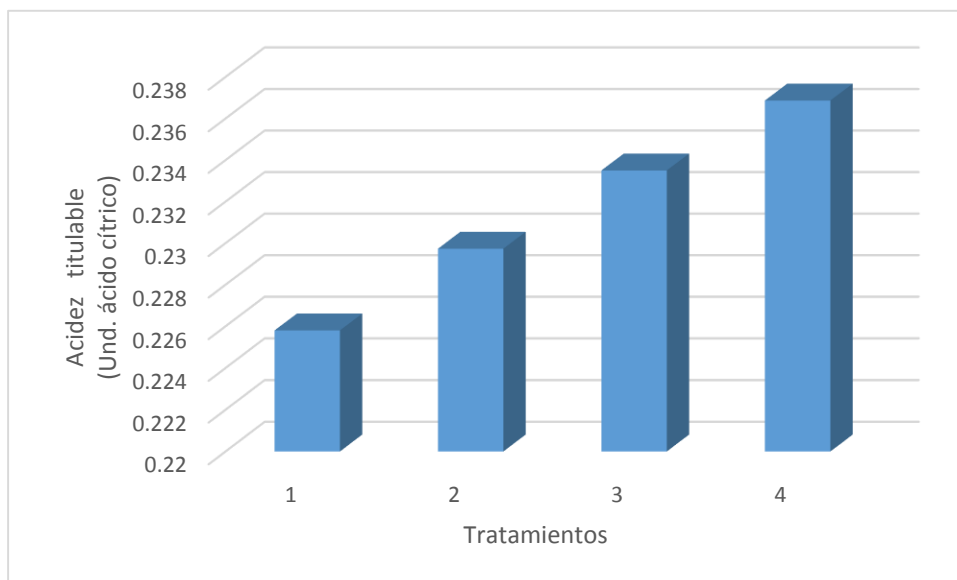


Figura 4.1: Acidez titulable de la bebida con respecto a los tratamientos

En la figura 4.1 se observa los valores de las medias para la acidez titulable con respecto a los tratamientos: 0,2258% contenido en ácido cítrico para el tratamiento 1; para el tratamiento 2 un valor de 0,2283%, para el tratamiento 3 un valor de 0,2335% y para el tratamiento 4 un valor de 0,2368%.

En las bebidas, el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres; el cual es usado como un parámetro de calidad en los alimentos, la acidez de la bebida se determinó en contenido de ácido cítrico.

La adición del gel deshidrato de tuna no influye significativamente en cuanto al incremento de acidez (Valencia, 2009), según Vera (2013), las bebidas de este tipo tienen vida de anaquel de hasta 21 días a temperaturas de refrigeración comercial.

Jelen (1979), describe a las bebidas económicas a base de lactosuero que son pasteurizadas y enriquecidas con vitamina C que presentan una acidez de 0,350.

En trabajos donde se usa el lactosuero para la elaboración de bebidas, se observan valores de acidez para el producto final: 0,42 para Borda (2012), Vera. (2013) 0,333 y 0,450 para Valencia (2009). Este último por la utilización de un lactosuero ácido

b. Densidad en la bebida

La densidad es un parámetro importante en la bebida, ya que la adición del gel deshidratado de tuna influye en la variación de esta, en la tabla siguiente se observa las distintas densidades de la bebida con diferentes concentraciones de gel deshidratado de tuna.

Tabla 20: Densidad (g/cm³) en los diferentes tratamientos de la bebida

Densidad (g/cm ³)	Tratamiento	Tratamiento	Tratamiento	Tratamiento
	1	2	3	4
	1,029	1,029	1,031	1,031
	1,028	1,029	1,032	1,032
	1,029	1,030	1,030	1,031

La tabla anterior muestra las densidades en los diferentes tratamientos de la bebida que se llevaron a un análisis de varianza. El resultado se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 21: Análisis de varianza para la densidad

Origen	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3	1,49E-5	4,972E-6	9,944	0,004
Error	8	4,00E-6	5,000E-7		
Total	12	12,733			
Total corregido	11	1,89E-5			

De los resultados podemos afirmar, para un nivel de significancia de 5% existen diferencias significativas entre las densidades de cada uno de los tratamientos en la bebida se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 22: Prueba de comparación de Duncan para la densidad

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
1	3	1,02867	
2	3	1,02933	
3	3		1,03100
4	3		1,03133
Sig.		0,282	0,580

Los resultados que se muestran en la tabla anterior confirman que existen diferencias significativas entre los tratamientos, donde el valor para la densidad expresada en g/cm^3 que se muestra en el tratamiento 1 es de $1,02867 \text{ g/cm}^3$ en el tratamiento 4 es de $1,0313 \text{ g/cm}^3$ con respecto a los otros tratamientos.

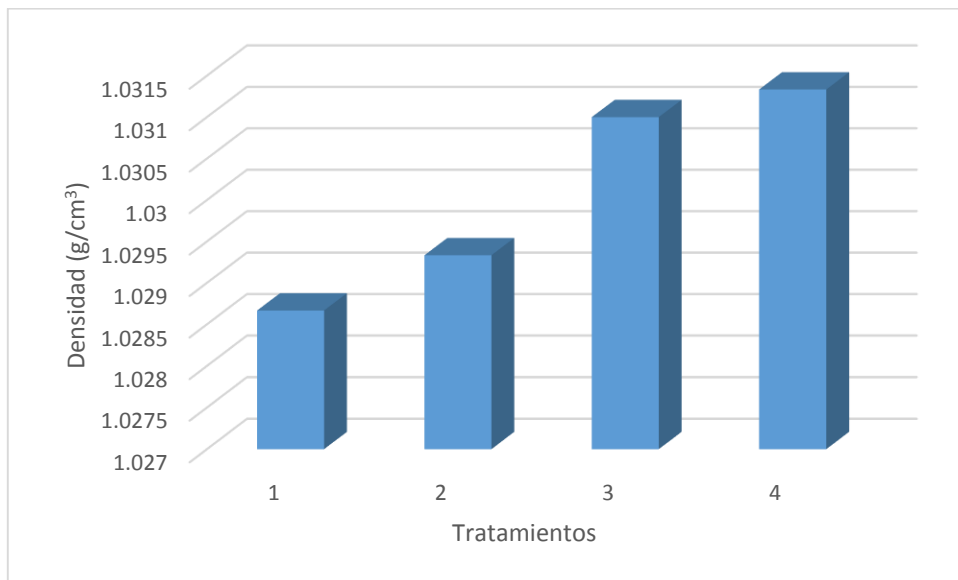


Figura 4.2: Densidad de la bebida con respecto a los tratamientos

En el figura 4.2 se observa los valores de las medias para la densidad con respecto a los tratamientos en la elaboración de la bebida: $1,0286 \text{ g/cm}^3$ para el tratamiento 1; $1,0293 \text{ g/cm}^3$ para el tratamiento 2; $1,031 \text{ g/cm}^3$ para el tratamiento 3 y $1,0315 \text{ g/cm}^3$ para el tratamiento 4.

Cabe mencionar que la adición del gel deshidratado de tuna (*Opuntia ficus-Indica*), si influye significativamente en el incremento de la densidad de la bebida. A mayor concentración de gel, mayor será la densidad del producto final. En el trabajo de Vera (2013), da a conocer un resultado para la densidad de $1,0301 \text{ g/cm}^3$, Valencia (2009), reporta una densidad de $1,030 \text{ g/cm}^3$ en su trabajo.

c. Sólidos solubles de la bebida

Los sólidos solubles miden el cociente total de sacarosa disuelta en la bebida, como se observa en la tabla siguiente, se hizo pruebas a distintas concentraciones.

Tabla 23: Sólidos solubles (° Brix) en los diferentes tratamientos de la bebida

Sólidos solubles (°Brix)	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
		12,0	13,0	12,0
	12,5	12,5	13,0	12,5
	12,0	12,5	12,5	12,5

La tabla anterior muestra las distintas concentraciones de los sólidos solubles en cada uno de los tratamientos de la bebida que se llevaron a un análisis de varianza.

El resultado se muestra en la tabla 25.

Tabla 24: Análisis de varianza para los sólidos solubles

Origen	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3	0,500	0,167	1,333	0,330
Error	8	1,000	0,125		
Total	12	1876,500			
Total corregido	11	1,500			

De los resultados podemos afirmar, para un nivel de significancia de 5%, que no existen diferencias significativas en el incremento de los sólidos solubles.

En el trabajo de Borda (2012), reporta un valor para los sólidos solubles de 14,30 Vera (2013), en su trabajo final reporta un valor de 7,0 de sólidos solubles. Valores de 12,67 a 12,83 sólidos solubles (Valencia, 2009).

Jelen (1979), describe a las bebidas económicas a base de lactosuero que son pasteurizadas y enriquecidas con vitamina C, que presentan solidos solubles entre un 10 a 12 ° Brix, al comparar con los resultados de la tabla 24, se observa que solo el tratamiento 1 está dentro del rango y que los demás tratamientos están por encima, esto se debe a la formulación en la elaboración de la bebida.

d. pH en la bebida

La concentración de hidrogeniones de la bebida, no es un valor constante, puede variar con el transcurso del tiempo. Los distintos valores del pH de la bebida se observan en la tabla 25:

Tabla 25: pH en los diferentes tratamientos de la bebida

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Concentración de hidrogeniones (pH)	4,957	4,905	4,856	4,787
	4,975	4,927	4,867	4,812
	5,083	4,896	4,882	4,794

La tabla anterior muestra los valores del pH para los diferentes tratamientos en la bebida, se llevaron a un análisis de varianza. El resultado se muestra a continuación:

Tabla 26: Análisis de varianza para el pH

Origen	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	3	0,067	0,022	17,185	0,001
Error	8	0,010	0,001		
Total	12	287,620			
Total corregido	11	0,078			

De los resultados podemos afirmar, para un nivel de significancia de 5% existen diferencias significativas entre el pH de cada uno de los tratamientos, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 27: Prueba de comparación de Duncan para el pH

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
4	3	4,7977		
3	3		4,8683	
2	3		4,9093	
1	3			5,0050
Sig.		1,000	0,203	1,000

Los resultados que se muestran en la tabla anterior confirman que existen diferencias significativas entre los tratamientos, donde el pH para el tratamiento 1 es 5,005; mientras que para el tratamiento 4 es 4,797 cifra relativamente ácida.

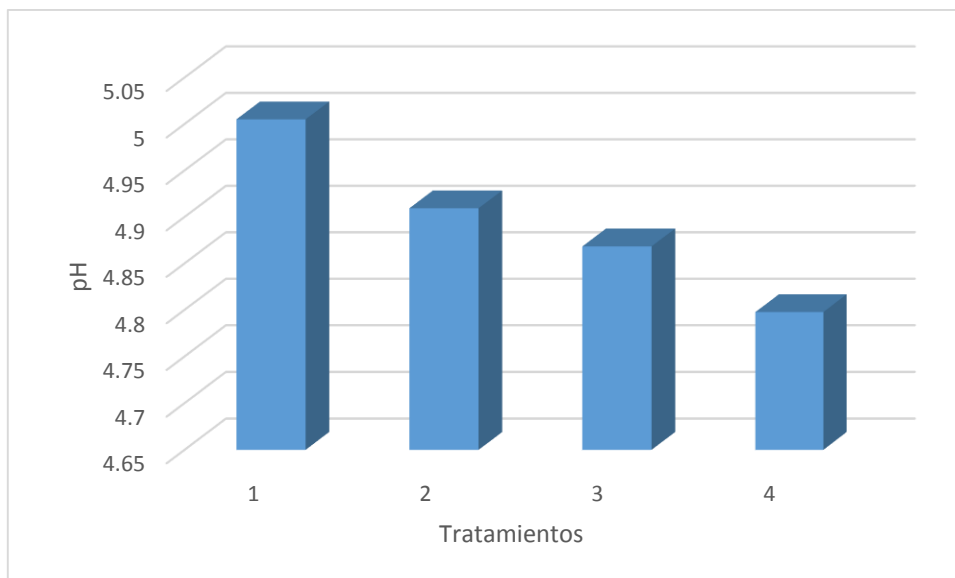


Figura 4.3: pH en la bebida con respecto a los tratamientos

En la figura 4.3 se observa los valores de las medias del pH con respecto a los tratamientos, los resultados obtenidos se muestran a continuación 5,005 para el tratamiento 1; 4,9093 para el tratamiento 2; 4,8683 para el tratamiento 3 y 4,7976 para el tratamiento 4.

El tratamiento óptimo para la evaluación de las características fisicoquímicas en la bebida fue el tratamiento 1: para la acidez titulable se tiene un valor promedio de 0,2369 en unidades de ácido cítrico; para la densidad, un valor promedio de 1,029 g/cm³; en los sólidos solubles no hay diferencia significativa con respecto a todos los tratamientos, quedando establecido un valor de 12,0 °Brix; en el pH, un valor promedio de 5,005.

4.7 Evaluación sensorial de la bebida

a. Sabor

La tabla 28 muestra el resultado del análisis de varianza del sabor en la bebida, los datos para el análisis se muestran en el anexo 03.

Tabla 28: Análisis de varianza del sabor en la bebida

Origen	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Panelistas	14	6,000	0,429	1,216	0,300
Tratamientos	3	57,200	19,067	54,108	0,000
Error	42	14,800	0,352		
Total	60	1578,000			
Total corregido	59	78,000			

Del resultado anterior podemos afirmar, para un nivel de significancia de 5%, existen diferencias significativas entre el tratamiento 1 con respecto a los demás tratamientos, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 29: Prueba de comparación de Duncan para el sabor

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
4	15	4,0000		
3	15	4,3333		
2	15		5,1333	
1	15			6,5333
Sig.		0,132	1,000	1,000

Los resultados que se muestran en la tabla anterior confirman que existen diferencias significativas, donde el tratamiento 1 presenta la calificación más alta con respecto a los demás tratamientos.

Respecto al sabor en la bebida, podemos afirmar que la adición del gel deshidratado de tuna es un factor determinante para la aceptación, pues se observa que a mayor concentración de gel (8,0%), el grado de aceptabilidad disminuye, en cambio a menor concentración de gel (2,0%), el grado de aceptabilidad es buena.

b. Olor

La tabla siguiente muestra el resultado del análisis de varianza para el olor en la bebida, los datos para su respectivo análisis se muestran en el anexo 04.

Tabla 30: Análisis de varianza del olor en la bebida

Origen	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Panelistas	14	3,733	0,267	0,515	0,911
Tratamientos	3	59,267	19,756	38,178	0,000
Error	42	21,733	0,517		
Total	60	1448,000			
Total corregido	59	84,733			

Del resultado anterior podemos afirmar, para un nivel de significancia de 5%, existen diferencias significativas entre el tratamiento 1 y los demás tratamientos, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 31: Prueba de comparación de Duncan para el olor

Tratamientos	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
4	15	3,6000			
3	15		4,1333		
2	15			5,1333	
1	15				6,2000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Los resultados que se muestran en la tabla anterior confirman que existen diferencias significativas, donde el tratamiento 1 presenta la calificación más alta con respecto a los demás tratamientos. Respecto al olor en la bebida, podemos afirmar que el uso del lactosuero dulce es un factor determinante para que el producto final tenga un olor aceptable, la adición del gel deshidratado de tuna

también determina el grado de aceptabilidad del producto, a menor concentración de gel en la bebida, mayor será el grado de aceptabilidad.

c. Color

La tabla 32 muestra el resultado del análisis de varianza para el color en la bebida, los datos se muestran en el anexo 05.

Tabla 32: Análisis de varianza del color en la bebida

Origen	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Panelistas	14	6,733	0,481	1,207	0,306
Tratamientos	3	31,517	10,506	26,369	0,000
Error	42	16,733	0,398		
Total	60	1371,000			
Total corregido	59	54,983			

Del resultado anterior podemos afirmar, para un nivel de significancia de 5%, existen diferencias significativas entre el tratamiento 1 y los demás tratamientos, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 33: Prueba de comparación de Duncan para el color

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
4	15	3,8667		
3	15	4,2667		
2	15		4,8000	
1	15			5,8000
Sig.		0,090	1,000	1,000

Los resultados que se muestran en la tabla anterior confirman que existen diferencias significativas, donde el tratamiento 1 presenta la calificación más alta con respecto a los demás tratamientos. El color de la bebida está en función al tipo

del lactosuero que se utilizó y a las condiciones en el cual la bebida va ser almacenada (fuera del alcance de los rayos solares).

d. Apariencia general

La tabla 34 muestra el resultado del análisis de varianza para la apariencia en general de la bebida, los datos para el análisis se muestran en el anexo 06.

Tabla 34: Análisis de varianza de la apariencia en la bebida

Origen	gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Panelistas	14	8,433	0,602	1,902	0,055
Tratamientos	3	48,450	16,150	51,000	0,000
Error	42	13,300	0,317		
Total	60	1501,000			
Total corregido	59	70,183			

Del resultado anterior podemos afirmar, para un nivel de significancia de 5%, existen diferencias significativas entre el tratamiento 1 y los demás tratamientos, se llevó a cabo la prueba de comparación de medias de Duncan.

Tabla 35: Prueba de comparación de Duncan para la apariencia

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
4	15	3,9333		
3	15	4,2667		
2	15		5,0667	
1	15			6,2667
Sig.		0,112	1,000	1,000

Los resultados que se muestran en la tabla anterior confirman que existen diferencias significativas, donde el tratamiento 1 presenta la calificación más alta con respecto a los demás tratamientos.

4.8 Proceso final en la elaboración de la bebida

Para la elaboración final de la bebida se tiene en cuenta el diagrama de proceso final que se muestra en la figura 4.4.

- a. Recepción de lactosuero:** Se recibió el lactosuero en un recipiente limpio y esterilizado
- b. Formulación:** Se agregó los aditivos que constituyen la bebida: ácido cítrico para regular el pH a 5,05; azúcar blanca industrial para tener una concentración de sólidos solubles de 12,0 ° Brix; gel deshidratado de tuna a una concentración de 2,0%; 0,003% de ácido ascórbico y sorbato de potasio a un 0,08%.
- c. Homogenización:** Se llevó a cabo mediante el uso de una paleta de madera, hasta lograr la disolución de todos los insumos.
- d. Pasteurización:** La pasteurización se llevó a cabo a una temperatura de 65 ° C por un tiempo de 30 minutos.
- e. Envasado y sellado:** El envasado se realizó manualmente, el llenado fue hasta el cuello de la botella, evitando así la formación de espuma.
- f. Enfriado:** Se enfrió rápidamente a 18 ° C, con el fin de conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro de la botella.
- g. Almacenamiento:** Fue almacenando en la cámara frigorífica de la planta piloto de jugos y conservas, a una temperatura aproximada de 5 °C.

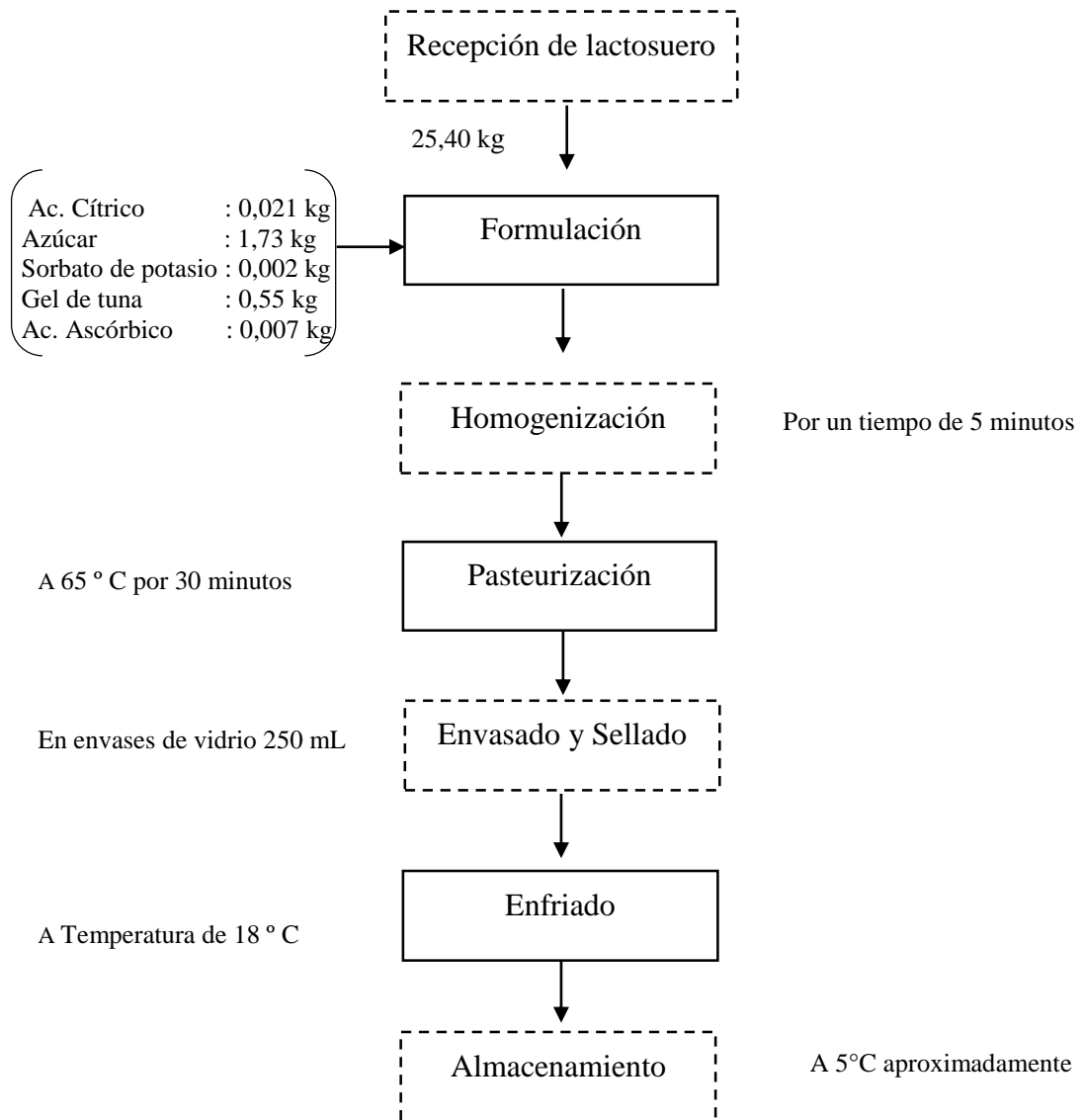


Figura 4.4: Diagrama de flujo definitivo de elaboración de la bebida

4.9 Balance de materia en la elaboración de la bebida

Tabla 36: Balance de materia en la elaboración de la bebida

ENTRADA			SALIDA		
Descripción	kg	%	Descripción	kg	%
Recepción del lactosuero					
Lactosuero	25,40	100,0	Lactosuero	25,40	100,0
TOTAL	25,40	100,0	TOTAL	25,40	100,0
Formulación de la bebida					
Lactosuero	25,35	91,65	Bebida	27,6602	100,00
Azúcar	1,73	6,25			
Ácido cítrico	0,021	0,075			
Gel de tuna	0,55	1,98			
Sorbato de Potasio	0,002	0,0072			
Ac. Ascórbico	0,0072	0,025			
TOTAL	27,6602	100,0	TOTAL	27,6602	100,0
Homogenización de la bebida					
Producto	27,6602	100,0	Producto	27,6602	100,0
TOTAL	27,6602	100,0	TOTAL	27,6602	100,0
Pasteurización de la bebida					
Producto	27,660	100,0	Producto	27,40	99,06
			Pérdida	0,26	0,94
TOTAL	27,660	100,0	TOTAL	27,660	100,0
Envasado y sellado					
Producto	27,40	100,0	Producto	27,00	98,50
			Pérdida	0,40	1,50
TOTAL	27,40	100,0	TOTAL	27,40	100,0
Almacenamiento de la bebida					
Producto	27,00	100,0	Producto	27,00	100,0
TOTAL	27,00	100,0	TOTAL	27,00	100,0

4.10 Composición química proximal de la bebida

La bebida que obtuvo un mayor grado de aceptabilidad en la evaluación de los tratamientos y en la evaluación sensorial, se sometió a un análisis químico proximal cuyos valores se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 37: Composición química proximal de la bebida

Componentes	Valor experimental (%)
Contenido de agua	87,51
Proteína	1,38
Grasa	0,37
Ceniza	0,43
Fibra	0,47
Carbohidratos	9,84

En la tabla anterior se muestran los resultados de la composición química proximal de la bebida, en donde se observa que el contenido de agua es de 87,51%. Otros trabajos similares donde se usa el lactosuero como materia prima reportan una cantidad de agua de 91,50% en la tesis: “Aprovechamiento del lactosuero en la formulación de una bebida probiótica” (Borda, 2012); otro trabajo de tesis donde se usa el lactosuero y en donde se da a conocer una cantidad de agua del producto final: “formulación de una bebida dietética a base de piña (*Ananas comosus*) enriquecida con lactosuero y su evaluación en almacenamiento” (Vera, 2013), quien reporta una cantidad de agua de 94,05%. Endara (2002), hizo un estudio de: “Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango” en donde menciona la cantidad de agua de 93,50%

Con respecto a la proteína, se observa un valor de 1,38%, se observa que hay un incremento de proteína, esto debido a la adición del gel deshidratado de tuna (*Opuntia ficus-Indica*), esto posiblemente se deba a que el gel de tuna aporta compuestos nitrogenados que se presenta como proteína. Otros trabajos que usan al lactosuero como materia prima reportan valores de: 0,70%; en su trabajo

“formulación de una bebida dietética a base de piña (*Ananas comosus*) enriquecida con lactosuero y su evaluación en almacenamiento” (Vera, 2013). 1,85% en “Aprovechamiento del lactosuero en la formulación de una bebida probiotica” (Borda, 2012); 2,12% en “Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango” (Endara, 2002). Y 2,10% en “Aprovechamiento tecnológico del lactosuero y gel deshidratado de *Opuntia subulata*, para la elaboración de una bebida nutracéutica” (Valencia, 2009). Como se observa hay un incremento de la proteína en el producto final de estos trabajos, este incremento se debe a la incorporación de: frutas como la piña, cultivos probioticos, leche descremada y *Opuntia subulata*, respectivamente.

Con respecto a la grasa, Se observa un valor de 0,37% al comparar los resultados con otros trabajos se ve que también hay un incremento de grasa: 0,10% (Vera, 2013); 4,80% (Borda, 2012) y 0,71% (Valencia, 2009). El incremento de grasa no difiere estadísticamente, presentando únicamente diferencias numéricas.

Con respecto en las cenizas, se observa un valor de 0,43%, se observa un ligero incremento debido a la adición del gel deshidratado de tuna que presenta ciertos minerales como el calcio en su composición,

En el contenido de fibra el valor que reportamos es de 0,47 %. Vera (2013), reporta un valor de 0,8769%.

Con respecto a los carbohidratos, se muestra un valor de 9,84% un valor diferente a lo reportado por Vera (2013), quien señala un valor de 5,55 %.

4.11 Análisis fisicoquímico de la bebida

A continuación se observa el análisis fisicoquímico para la bebida que obtuvo el mejor puntaje con respecto a las pruebas organolépticas.

Tabla 38: Análisis fisicoquímico de la bebida

Componentes	Valor experimental
Sólidos solubles (° Brix)	12,0
% Acidez (Ac. Cítrico)	0,2369
pH	5,005
Densidad (g/cm ³)	1,02867

En la tabla anterior se aprecia los valores del análisis fisicoquímico en la elaboración de la bebida: 12,0 ° Brix para los sólidos solubles; 5,005 para el pH; 1,029 g/cm³ para la densidad; 0,2369 % contenido en ácido cítrico para la acidez.

4.12 Análisis microbiológico de la bebida

El análisis microbiológico es un indicador de la calidad en la industria en la industria de alimentos, ya que este garantiza la inocuidad del producto, por lo cual se realizaron pruebas que muestran en la tabla siguiente:

Tabla 39: Análisis microbiológico para la bebida (ufc)

Análisis microbiológico	Resultado
Mesófilos Viables	Negativo
Coliformes totales	Negativo
<i>Staphylococcus aureus</i>	Negativo
Mohos y levaduras	Negativo

Según los resultados obtenidos en la muestra evaluada, esta refleja la estabilidad de la bebida, esto nos indica que las condiciones del proceso de elaboración fueron adecuadas.

Una vez obtenida el análisis de la prueba de la presencia de mesófilos viables, coliformes totales, *staphylococcus aureus*, mohos y levaduras; en las muestras, se procedió a realizar la prueba confirmativa, donde el resultado obtenido para las muestras fue negativo (anexo 08). Por lo tanto según los resultados obtenidos podemos mencionar que el producto es considerado inocuo para el consumo, ya que la bebida posee una estabilidad comercial hasta las 3 semanas de elaborado (en condiciones de almacenamiento a refrigeración).

CONCLUSIONES

1. Se logró desarrollar una bebida a partir de lactosuero y gel deshidratado de tuna.
2. El rendimiento en la extracción del lactosuero fue de 84,66%
3. Se obtuvo gel deshidratado de tuna donde se observó una extracción óptima con el tratamiento 2 (etanol al 95% en una proporción de 1:2 v/v etanol/extracto de mucílago) reportando un rendimiento en peso de 1,043%.
4. El producto más aceptado por los panelistas en la elaboración de la bebida fue con 2,0% de gel deshidratado de tuna.
5. La formulación en la bebida fue de: 6,25% de azúcar, 0,08% de ácido cítrico, 2,0% de gel deshidrato de tuna 0,01% de sorbato de potasio y 0,03% de ácido ascórbico; el análisis fisicoquímico para la bebida reportó los siguientes valores: 12,0% de sólidos solubles; 0,24 de acidez titulable; 5,0 de pH y 1,029 g/cm³ de densidad.
6. Se determinó la composición química proximal para la bebida, donde se observó: 87,51% de contenido de agua; 1,38% de proteína; 0,37% de grasa; 0,43% de ceniza; 0,47% de fibra y 9,84% de carbohidratos; Según los resultados del análisis microbiológico los reportes fueron negativos a la presencia de microorganismo en las muestras evaluadas indicando estabilidad en los productos, comprobándose que las condiciones del proceso fueron adecuada.
7. Se determinó el balance de materia en la elaboración de la bebida.

RECOMENDACIONES

1. Escalar los ensayos a nivel piloto y de producción industrial para utilizar la bebida en la alimentación por su importante valor nutricional.
2. Profundizar más la investigación de otras posibles aplicaciones que se pueda dar al lactosuero y al gel deshidratado de tuna.
3. Realizar un estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta productora de bebidas a partir de lactosuero.
4. Dar un uso industrial al residuo de la leche (lactosuero) puesto que si es desechado contamina el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abraján M. 2008. Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucilago de nopal (*Opuntia ficus-Indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. España.
2. AOAC INTERNATIONAL. 1993. Official methods of analysis of AOAC International. AOAC. 991.20 - FIL 20B
3. Arones R. 1998. Estudio preliminar del efecto de la temperatura, contenido de azúcares y estados de madurez en la conservación de la tuna fruta en Atoq-pampa–2650 msnm Ayacucho. Tesis. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho-Perú. Pág. 103
4. Badui S. 1974. Tecnología de los alimentos, editorial Addison Wesley
5. Badui S. 1993. Química de los alimentos, Pearson educación. México
6. Borda E. 2011. Aprovechamiento del lactosuero en la formulación de una bebida probiótica. Tesis. UNSCH. Ayacucho. Págs. 51-61
7. Bravo H. H. 1978. Las Cactáceas de México. Tomo 1. Primera Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
8. Endara F. 2002. “Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango”. Revista. Honduras
9. Ernst E. 2001. Functional foods, nutraceuticals, designer foods: innocent fad or counterproductive marketing. Pág. 353.
10. Guerrero L. 1993. La textura de los alimentos. Medidas sensoriales e instrumentales. Rev. Alimentación. Equipos y Tecnología. Pág. 12.
11. Gosta B. 2003. *Manual de Industrias lácteas*. Madrid: Ediciones mundi- prensa.

12. Hazard T., S. 1997. Variación de la composición de la leche. Revista de calidad de la leche. Temuco. Chile. Pág. 33.
13. Hugunin G. 2008. Aplicaciones de productos de lactosuero en estados unidos y posibles aplicaciones en México y otros países latinoamericanos. Industria alimenticia, vol. 10 N° 104, Pág. 44. D.F. México.
14. Jelen P. 1979. Industrial whey processing technology: An overview. Pág. 331
15. Kiesling R. 1998. Origen, domesticación y distribución de Opuntia ficus-Indica. Journal of the Professional Association for Cactus Development 3. En línea: www.ipacd.org/contents1998.htm. México.
16. Less R. 1993. Análisis de los alimentos. Métodos analíticos y de control de calidad. Ed. Acribia, Segunda edición. Zaragoza, España. Págs. 181-239.
17. Maecha G. 1993. Análisis y Control de Calidad. Vol. I Unad.
18. May M. 2009. Desarrollo de un recubrimiento comestible a base de mucilago de nopal (Opuntia spp.). Tesis. Querétaro - México.
19. Mendez da Silva L. 2011. Potencial applications of whey proteins in the medical field. En J. S. Reis, J. A. Teixeira, Engineering Aspects of Milk and Dairy Products. Pág. 221. Braga. Portugal
20. Norma Técnica Peruana para leche y productos lácteos. (NTP 202.092.2002)
21. Pedrero D. L. y Pangborn R. M. 1989. Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos. Analíticos. Editorial Alhambra Mexicana. D. F. México.
22. Pimienta E. 1990. El nopal tunero. Primera edición. Universidad de Guadalajara. Ediciones graficas nueva. Guadalajara-México. Pág. 235.

23. Poveda E. 2013. Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad, revista chilena de nutrición. Chile. Págs. 397-400.
24. Quispe J. y Palomino R. 2000. Descriptores para la tuna (*Opuntia spp*). Informe de investigación. UNSCH. Ayacucho – Perú.
25. Ramos L. 2002. Elaboración de queso fresco probiotico inoculado con *Lactobacillus acidophilus*. Universidad de las Américas. México
26. Riera F., Álvarez A y Muñoz D. 2004. Avances en el fraccionamiento de proteínas del lactosuero no desnaturalizadas. *Alimentación: equipos y tecnología*, Vol 23, No 192. Toluca – México. Págs. 47-51.
27. Sancho J. 2002. Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos.
28. Valencia T. 2009. Aprovechamiento tecnológico del lactosuero y gel deshidratado de *Opuntia Subulata* para la elaboración de una bebida nutracéutica. Tesis. Riobamba-Ecuador.
29. Vera D. 2013. formulación de una bebida dietética a base de piña (*ananas comosus*) enriquecida con lactosuero y su evaluación en almacenamiento. Tesis. UNSCH. Ayacucho.
30. Villalobos F. 2003. “Evaluación y caracterización de la tuna amarilla espina (*Opuntia ficus-Indica*) en el distrito de Ayacucho. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho
31. Witting E. 1988. Evaluación sensorial (metodología actual para tecnología de alimentos). 1ra ed. Santiago, Chile. Edit. talleres graficos USACH. Págs. 8-14.

ANEXOS

ANEXO 01
ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL Y
FISICOQUÍMICO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD EN ALIMENTOS -MÉTODO DE LA
A.O.A.C. (1998).

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia, pero su determinación exacta es difícil. En el caso de frutas y verduras, el porcentaje de humedad es mayor en relación a otros alimentos que también contienen humedad, y aún en los aceites se encuentra una cierta cantidad de agua.

a) Materiales

- Luna de reloj.
- Espátula.
- Mortero

b) Equipos

- Balanza analítica.
- Estufa.

c) Procedimiento

-Preparar las muestras para el análisis por reducción de tamaño haciendo uso de un mortero. Asegurarse que las muestras no se descompongan a temperaturas mayores de 100°C.

-Pesar las placas Petri o papel de aluminio limpias y secas (P₁)

-Pesar exactamente ente 2 g de muestras en placas Petri. Anotar el peso de la muestra + placas Petri (P₂)

-Llevar a la estufa a 105 °C por 2 (muestras molidas secas) Y 24 h muestras frescas, Sacar las placas con las muestras secas y colocarlas en el desecador para que se enfríe.

Pesar y anotar el peso final (P₃)

d) Cálculos:

g de muestra = (P₂ - P₁) =g

g de agua eliminado = (P₂ - P₃):..... g

Por definición humedad es:

$$\text{Humedad (M)} = \frac{\text{gramos de agua eliminado}}{\text{gramos de alimento}}$$

% de humedad será:

$$\% M = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1} \times 100$$

DETERMINACIÓN DE CENIZA EN ALIMENTOS - MÉTODO DE LA A.O.A.C. (1998).

Esta técnica se realiza mediante el uso de una mufla capaz de mantener temperaturas de 500 a 600°C. El agua y los vapores son volatizados y la materia orgánica es quemada en presencia de oxígeno en aire a CO₂ y óxidos de N₂. La mayoría de los minerales son convertidos en óxidos, sulfatos, fosfatos, cloruros y silicatos. Elementos como el hierro, selenio, plomo y mercurio pueden volatilizarse parcialmente con este procedimiento (si se requiere de un análisis elemental se tiene que recurrir a otro método).

a) Materiales

- Muestra de harina entera y harina refinada
- Crisol de porcelana.
- Mortero
- Desecador, con desecante de perclorato de magnesio ó silicagel.

b) Equipos de laboratorio

- Horno de incineración (Mufla).
- Balanza analítica de precisión.

c) Procedimiento del método en seco

- Coloque el crisol limpio en un horno de incineración a 600°C durante una hora. Luego traslade el crisol del horno al desecador y enfríelo a la temperatura del laboratorio. Péselos tan pronto como sea posible para prevenir la adsorción de humedad, usando siempre pinzas de metal para manejar los crisoles después de que incineran o secan. (P₁)

- Pese 1,5 a 2,0 g de muestra sobre el peso de crisol (P₂). Colóquelo en un horno incinerador y manténgalo a temperatura de 600°C durante 3 a 5 horas. (P₂)

- Luego se saca de la mufla y se traslada el crisol a un desecador para enfriarse a temperatura ambiente. Cuando este frío, pese el crisol tan pronto como sea posible para prevenir la absorción de humedad y registre el peso (P₃).

d) Cálculos

g de ceniza = P₃-P₁

Porcentaje de ceniza (%)

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{p_3 - p_1}{p_2 - p_1} \times 100$$

P1: peso de crisol vacío

P2: peso de crisol + peso de la muestra

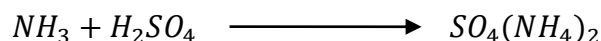
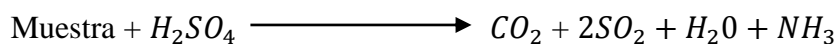
p3: peso de crisol vacío + ceniza

DETERMINACIÓN DE PROTEINA CRUDA - MÉTODO DE LA A.O.A.C.
(1998).

El método de Kjeldahl consta de las siguientes etapas:

a) Digestión.

Este método se basa en la combustión en húmedo de la muestra por ebullición con ácido sulfúrico concentrado y en presencia de catalizadores metálicos, la materia orgánica se oxida a CO_2 y H_2O , mientras que la parte de ácido se reduce a SO_2



b) Destilación.

Mediante esta operación el nitrógeno que está en forma de sulfato de amonio, se ataca con un álcali fuerte que es la soda cáustica (NaOH) para liberar el amoníaco y después de la condensación lograda con la parte del refrigerante, el hidrato de amonio se recibe en un vaso precipitado.

El vaso de precipitado contiene: ácido bórico, con los siguientes indicadores (Tashirol) de pH rojo de metilo y verde de bromo cresol, formándose borato de amonio en el vaso.

c) Titulación.

Se hace con ácido sulfúrico ó clorhídrico de normalidad conocida, el ácido clorhídrico reacciona con el borato de amonio. En el punto final ya no hay borato de amonio y un pequeño exceso de ácido clorhídrico provocará un cambio de pH y por consiguiente el viraje de la mezcla (verde a rosado)

El siguiente procedimiento para Macro Kjeldahl corresponde básicamente al de la AOAC.

d) Materiales y métodos

- Balanza analítica
- Balón de Kjeldahl de 250 mL.
- Calefactor eléctrico. Para efectuar la digestión.
- Equipo de destilación.
- Ácido sulfúrico (Exento de nitrógeno)
- Sulfato de cobre.
- Sulfato de sodio anhidro.
- Mortero
- Tamiz

e) Preparación de los reactivos

- Mezcla catalizadora: Se usa SO_4Cu y el SO_4K_2 en la siguiente relación (SO_4Cu : 0.25 g; y el SO_4K_2 : 1.0 g) ambos previamente triturados mediante un mortero.
- Solución 0,05 N de ácido clorhídrico o sulfúrico. Diluir 8.5 mL de HCl concentrado en un volumen de 2 Lt., posteriormente estandarizar con carbonato de sodio previamente secado.
- Solución de hidróxido de sodio 0,1 N.- La normalidad debe controlarse periódicamente.
- Solución de hidróxido de sodio al 80% (p/v): se pesa 80 g de hidróxido de sodio (NaOH), en un volumen de 100 mL de agua destilada fría por separados. Cuidado que produce una reacción exotérmica (produce calor violento). Hacer esto en una campana de extracción y enfriarla con hielo en una cubeta y almacenarla en un frasco de polietileno.
 - Indicador: “solución mixta” para 250 mL
 - -Esta contiene: ácido bórico (H_3BO_3): 10 gramos
 - 0.1 % Rojo de metilo (indicador pH): 5 mL
 - 1 % Verde bromocresol (ind. PH): 2 mL.
 - - El (H_3BO_3) se diluye primero en agua caliente luego se enfría a temperatura ambiente ya que si se fuerza empieza a precipitar, posteriormente se le adiciona los indicadores y se enraza al volumen.
 - 0.1 % Rojo de metilo: 0.1 g y enraza con alcohol etílico a 100 mL.
 - -1 % verde bromocresol: 1 g y enraza a 100 mL con alcohol etílico.

NOTA: Los indicadores en solución no deben permanecer más de 3 meses guardados ya que comienzan a bajar su concentración (se vencen).

Procedimiento de análisis (Método Kjeldahl recomendado por la AOAC)

a) Digestión

- Las muestras deben ser molidas previamente lo más fino posible.
- De acuerdo al contenido de nitrógeno, se pesa una porción de la muestra preparada que contenga 0.2 - 0,3 g de muestra, luego agregar 1 g del catalizador de oxidación (mezcla de sulfato de potasio: 1g y sulfato de cobre: 0,25g) para acelerar la reacción agregar 2.5 a 3.0 mL de ácido sulfúrico concentrado.
- Colocar el balón de digestión en la cocina y calentar en forma suave el matraz en posición inclinada hasta que deje de hacer espuma. Después se mantiene una ebullición enérgica durante dos horas. Se deja enfriar. La digestión termina cuando el contenido del balón está completamente cristalino (si es necesario añadir gotas de peróxido) es cuando la digestión es muy lenta y difícil.

-

b) Destilación

- Enfriar al aire, agregar 5 mL de agua destilada.
- Pasar el contenido del balón digestor al destilador y haciendo un lavado al balón con 5 a 10 mL de agua y luego agregar 5 mL de la solución de NaOH al 80% con sumo cuidado y cerrar la válvula (en copa debe quedar una pequeña cantidad de NaOH).
- Conectar el refrigerante y recibir el destilado en un erlemeyer de 125 mL conteniendo 5 mL de la mezcla de ácido bórico más indicador de pH. La destilación termina cuando ya no pasa más amoníaco y luego de 7 min titular con ácido clorhídrico valorado (aprox 0.05N) y anotar el gasto.
- NOTA: En destilación tomar tiempo cuando empieza a virar de rojo a verde 7 minutos y termina la destilación.

c) Titulación

- La muestra recibida en el vaso con la solución de ácido bórico valorar con ácido clorhídrico 0.05N y tomar nota del gasto de HCl obtenido.

d) Cálculos

$\%N_2 = \text{mL de HCl} \times \text{Normalidad} \times m_{\text{eq. del } N_2} \times 100 / \text{g (muestra)}$

$\%N_2 = \text{mL de HCl} \times 0,05 \times 0,014 \times 100 / \text{g (muestra)}$

$\% \text{ Proteína bruta} = \%N_2 \times \text{Factor}$

DETERMINACION DE LIPIDOS - MÉTODO DE LA A.O.A.C. (1998).

a) Extracción por solventes en caliente método SOXHLET

- En este método es necesario usar muestras deshidratadas, usar las muestras usadas en determinación de humedad.
- El balón del soxhlet lavar y poner a secar en la estufa a 110°C por espacio de una hora, sacarlo, enfriar en un desecador y pesar (P1).
- Pesar 3 g de muestra y empaquetarlo en papel filtro Wattman nº 2. y luego pesar (P2).
- El paquete se coloca en el cuerpo del soxhlet.
- Agregar n – hexano destilado hasta que una parte del mismo sea sifoneado hacia el matraz.
- Conectar la cocina a temperatura baja. El hexano al calentarse se evapora (69-34.6°C) y asciende hacia la parte superior del cuerpo donde se condensa por refrigeración con agua y cae sobre la muestra, regresando posteriormente al matraz por el sifón, arrastrando consigo la grasa. El ciclo es cerrado y la velocidad de goteo del n – hexano debe ser de 30 a 40 gotas por minuto. El proceso dura 3 horas.
- El matraz debe sacarse del aparato cuando contiene poco hexano (momentos antes de que éste sea sifoneado desde el cuerpo).
- Evaporar el matraz en un desecador con silicagel o estufa a temperatura de 60°C.
- Pesar el balón que tiene grasa (P3).
- Determinar la cantidad de grasa total en 3 g de muestra y expresarlo en porcentaje.

- Para verificación el cartucho debe secarse en estufa a 100°C y luego ser pesado (P4) y comprobar:

b) Cálculos

$$\% \text{ grasa} = \frac{p_3 - p_1}{g(\text{muestras})} \times 100$$

DETERMINACIÓN DE FIBRA - MÉTODO DE LA A.O.A.C. (1998).

a) Fundamento:

Los principales carbohidratos de la pared celular o carbohidratos estructurales de los alimentos de origen vegetal, son la celulosa, la hemicelulosa y las sustancias pépticas

Tradicionalmente los carbohidratos estructurales se han estimado como la fibra bruta del alimento

La fibra bruta se determina como el residuo que queda atrás la doble hidrólisis ácida (ácido sulfúrico) y alcalina (hidróxido potásico) del alimento

b) Materiales:

- Materias primas diversas
- Probetas de 50 y 100 mL
- Frascos Erlenmeyer
- Matraz kitazato y embudi buchner
- Crisoles de porcelana
- Pipeta de 1 mL y 5 mL
- Papel filtro
- Bombilla exento de materia orgánica
- Bombilla de succión
- Fiola de 100 mL

c) Reactivos:

- Ácido clorhídrico al 1% (v/v)
- Ácido sulfúrico al 1,25% (v/v)
- Hidróxido de sodio al 1,25% (v/v)
- Alcohol etílico
- Acetona

d) Equipos:

- Balanza analítica
- Mufla
- Estufa

e) Procedimiento

- **Digestión ácida:**

- Pesar 3 g de muestra (exenta de grasa)
- Añadir 200 mL de ácido sulfuro al 1,25% (p/v)
- Hervir suavemente durante 30 minutos
- Filtrar el contenido del balón haciendo uso del embudo de buchner
- Filtrar y lavar con agua destilada caliente

- **Digestión alcalina**

- Arrastrar la muestra que queda en el filtro hacia el Erlenmeyer utilizando NaOH al 1,25% (p/v) aproximado 200 mL
- Hervir exactamente 30 minutos
- Filtrar el contenido de erlemeyer, lavando con agua destilada hirviendo
- Lavar dos veces con alcohol y tres veces con acetona
- Desecar a 100 °C en estufa por 2 horas
- Pesar el crisol vacío (p1)
- Colocar la muestra en un crisol
- Pesar a 105 °C durante 3 horas, enfriar y volver a pesar el crisol con la muestra (p2)

- **Cálculos**

$$G \text{ de fibra} = (p2 - p1)$$

$$\% \text{ fibra bruta} = (p2 - p1) / \text{peso de muestra} * 100$$

DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS - MÉTODO DE LA A.O.A.C.
(1998).

a) Base teórica:

Los carbohidratos de un alimento se determinan por diferencia después de que se han completado los análisis para, humedad, fibra, extracto etéreo y proteína

b) Cálculos:

$$\text{Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ ceniza} + \% \text{ fibra} + \% \text{ grasa} + \% \text{ proteína})$$

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Fundamento:

El picnómetro es un instrumento sencillo utilizado para determinar con precisión la densidad de líquidos. Su característica principal es la de mantener un volumen fijo al colocar diferentes líquidos en su interior. Esto nos sirve para comparar las densidades de dos líquidos pesando el picnómetro con cada líquido por separado y comparando sus masas. Es usual comparar la densidad de un líquido respecto a la densidad del agua pura a una temperatura determinada, por lo que al dividir la masa de un líquido dentro del picnómetro respecto de la masa correspondiente de agua, obtendremos la densidad del líquido respecto a la del agua a temperatura de medición

a) Materiales:

- Muestra
- Pipetas
- Picnómetro
- Balanza de 0,01 g
- Termómetro
- Acetona

b) Procedimiento:

- Secar el picnómetro añadiendo acetona y secándolo con aire comprimido
- Enseguida medir la masa del picnómetro vacío, teniendo el cuidado de que se encuentre seco y limpio
- Llenar completamente de agua esterilizada con una pipeta luego coloque el tapón, al colocarlo parte del líquido se derramara, limpie cuidadosamente
- Medir la masa del picnómetro con el líquido retirar el agua, limpiar con acetona, llene con la muestra
- Repetir varias veces este procedimiento para tener un valor promedio

c) Cálculos: $d = (W2-W1)/V$

Donde:

W1: Peso del picnómetro vacío

W2: peso del picnómetro con la muestra

V: Volumen del picnómetro

DETERMINACIÓN DE ACIDEZ

Fundamento:

Esta prueba se realiza de forma rápida, si la acidez del lactosuero es superior o inferior a un determinado grado establecido como límite determinado para su utilización según el destino que se emplee, determinando así la calidad del producto inicial utilizado como materia prima

a) Materiales:

- Vaso de precipitado
- Pipeta de 10 ml
- Bureta de 125 ml
- Fiola de 100 ml
- Soporte universal

b) Reactivos:

- Solución de fenolftaleína
- Solución de NaOH 0,1 N

c) Procedimiento:

- Tomar 9 ml de muestra en el Erlenmeyer
- Adicionar gotas de fenoltaleina
- Titular con NaOH 0,1 N, hasta que la muestra vire de color rosado

d) Cálculos:

$$\% \text{ Acidez: } \frac{\text{Gasto NaOH} \times 0,1\text{N} \times 0,090}{\text{mL de muestra}} \times 100$$

Dónde: 1 °D = 0,01 % Ácido láctico

$$\% \text{ Acidez: } \frac{\text{Gasto NaOH} \times 0,1\text{N} \times 0,006404}{0,1 \text{ M} \times \text{mL de muestra}} \times 100$$

DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES

A) Materiales:

- Refractómetro
- Muestra a analizar
- Agua destilada

B) Procedimientos:

- Lavar la pantalla del refractómetro con agua destilada
- Limpiarla bien hasta q este seco
- Colocar la muestra en la pantalla del refractómetro
- Cerrar la cubierta del refractómetro y observar en un ambiente iluminado
- Anotar las medidas

DETERMINACIÓN DE pH**a) Materiales:**

- Potenciómetro
- Vaso de precipitado
- Soporte universal

b) Procedimiento:

- Calibrar el potenciómetro con los buffers correspondientes
- Leer el pH de las muestras a temperatura ambiente
- Tomar nota de los resultados

ANEXO 02

FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL

NOMBRE:

.....

FECHA: **HORA:**

NOMBRE DEL PRODUCTO: Bebida nutracéutica de lactosuero y gel deshidratado de tuna (*Opuntia ficus-indica*)

INSTRUCCIONES:

Observe pruebe y marque con una “x” los atributos de color, olor, sabor y apariencia en general, de acuerdo a la escala que se tiene en la ficha

EVALUACION DE ATRIBUTOS

COLOR				
NIVEL DE AGRADO	Bebida con gel deshidratado de tuna al 2%	Bebida con gel deshidratado de tuna al 4%	Bebida con gel deshidratado de tuna al 6%	Bebida con gel deshidratado de tuna al 8%
Excelente				
Muy bueno				
Bueno				
Aceptable				
Regular				
Malo				
Muy malo				

COMENTARIOS:

.....
.....

Muchas gracias!!

ANEXO 03

Resultados de la evaluación sensorial – “sabor” en la bebida

PANELISTAS	SABOR			
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
1	7	6	4	4
2	7	5	5	4
3	6	6	4	5
4	7	4	4	4
5	6	6	4	3
6	7	5	4	4
7	6	4	4	4
8	7	5	4	4
9	6	4	4	4
10	7	5	5	5
11	6	5	5	3
12	7	6	5	3
13	7	5	4	4
14	6	6	5	5
15	6	5	4	4

ANEXO 04

Resultados de la evaluación sensorial – “olor” en la bebida

PANELISTAS	OLOR			
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
1	6	5	4	3
2	5	5	5	3
3	6	6	4	5
4	7	4	5	4
5	6	6	4	3
6	7	6	4	3
7	7	4	4	4
8	6	5	3	4
9	6	5	4	4
10	6	5	4	3
11	6	5	4	4
12	7	6	5	3
13	7	4	3	4
14	5	6	5	3
15	6	5	4	4

ANEXO 05

Resultados de la evaluación sensorial – “color” en la bebida

PANELISTAS	COLOR			
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
1	5	5	4	5
2	6	4	5	3
3	6	6	5	4
4	7	4	5	4
5	6	5	4	3
6	6	6	4	4
7	6	4	4	4
8	5	5	5	5
9	6	5	4	4
10	6	5	5	4
11	5	4	4	4
12	6	6	4	3
13	6	4	3	4
14	5	4	4	3
15	6	5	4	4

ANEXO 06

Resultados de la evaluación sensorial – “apariencia general” en la bebida

PANELISTAS	APARIENCIA GENERAL			
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
1	6	5	3	4
2	6	5	4	3
3	6	6	4	4
4	6	4	4	4
5	6	5	4	3
6	7	6	4	5
7	6	4	5	4
8	6	4	5	4
9	6	4	4	4
10	7	5	4	4
11	6	5	4	4
12	7	6	5	5
13	7	5	5	4
14	6	6	5	3
15	6	6	4	4

ANEXO 07

Requisitos fisicoquímicos y microbiológicos de la leche de vaca

REQUISITOS FISICOQUÍMICOS DE LA LECHE DE VACA	
Materia Grasa (g/100g)	Min. 3.2
Sólidos no graso (g/100g)	Min. 8.2
Sólidos totales (g/100g)	Min. 11.4
Impurezas macroscópicas en mg de impurezas por 500 cm ³ de leche, expresadas	Max. 0.5 mg (grado 2)
Acidez, expresada en g de ácido láctico por 100 g de leche	Min. 0.14 % Máx. 0.18 %
Densidad a 20° C (g/cm ³)	Min. 1.0275 Máx. 1.034
Índice de refracción del suero , 20°C (Lectura refractométrica 37.5)	Min. 1.34179
Ceniza total (g/100g)	Máx. 0.7
Alcalinidad de la ceniza total ml HCL 0.1 N/100 g	Máx. 0.7 cm ³
Índice crioscópico	Máx. -0.540°C
Sustancias conservadoras y cualquier otra sustancia extraña a su natural	Ausencia
Prueba de alcohol (74% V/V Mínimo)	No coagulable
Tratamiento que disminuye o modifique sus componentes originales	Ninguno
Prueba de la reductasa con azul de metileno	Min. 4h

REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS	
Conteo de células somáticas	Máx. 500,000 unidades por ml
Numeración de microorganismos mesófilos, serobios y facultativos viables, por ml	Máx. 1,000,000 ufc.
Numeración de coliformes, por ml	Máx. 1,000 ufc R

Fuente: NTP 2002.001

ANEXO 08

RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Informe de Ensayo

SOLICITANTE : José Carlos CISNEROS QUISPE
PRODUCTO : Lactosuero pasteurizado
PRESENTACION : Botella de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 02 Unidades de 250 ml c/u
FECHA DE SOLICITUD : 10 de enero de 2017
FECHA DE RECEPCION : 10 de enero de 2017
FECHA DE ANALISIS : 11 de enero de 2017

RESULTADOS

<u>Ensayo Microbiológico</u>	<u>Resultado</u>	<u>Especificación</u>
Mesofilos Viabiles (UFC/ml)	< 10	50
Coliformes Totales (NMP/100ml)	< 3	< 10
Mohos y Levaduras (UFC/100)	< 10	< 10
Staphylococcus aureus (UFC/ml)	< 10	Ausente

CONCLUSION:

EL producto **CUMPLE** con los requisitos microbiológicos establecidos en la Norma Técnica Peruana (INDECOPI). En consecuencia, **ES APTO** para Consumo Humano

OBSERVACION:

La muestra fue proporcionada por el solicitante

Ayacucho, 12 de enero de 2017

FACULTAD CIENCIAS BIOLÓGICAS
AREA DE MICROBIOLOGIA

Ms. Vidalina Andía Ayime

La Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
CERTIFICA que los resultados del presente documento son
Ayacucho, 04 MAYO 2017

CENTRO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS
EN LA UNBSCH
VALIDO SOLO PARA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

Informe de Ensayo

SOLICITANTE : José Carlos CISNEROS QUISPE
PRODUCTO : Bebida nutracéutica de lactosuero y gel deshidratado de
tuna (*Opuntia ficus-indica*)
PRESENTACION : Botella de vidrio
CANTIDAD DE MUESTRA : 02 Unidades de 250 ml c/u
FECHA DE SOLICITUD : 11 de enero de 2017
FECHA DE RECEPCION : 11 de enero de 2017
FECHA DE ANALISIS : 14 de enero de 2017

RESULTADOS

<u>Ensayo Microbiológico</u>	<u>Resultado</u>	<u>Especificación</u>
Mesofilos Viables (UFC/ml)	12	50
Coliformes Totales (NMP/100ml)	< 3	< 10
Mohos y Levaduras (UFC/100)	< 10	< 10
Staphylococcus aureus (UFC/ml)	< 10	Ausente

CONCLUSION:

EL producto **CUMPLE** con los requisitos microbiológicos establecidos en la Norma Técnica Peruana (INDECOPI). En consecuencia, **ES APTO** para Consumo Humano

OBSERVACION:

La muestra fue proporcionada por el solicitante

Ayacucho, 17 de enero de 2017

FACULTAD CIENCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA DE MICROBIOLOGÍA

[Firma]

la Facultad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
CERTIFICADO de Análisis de Laboratorio de Microbiología
04 MAYO 2017
Sra. [Firma]
Facultad de Ciencias Biológicas
Ayacucho, Perú

ANEXO 09
Cladodios de tuna de las 3 variedades

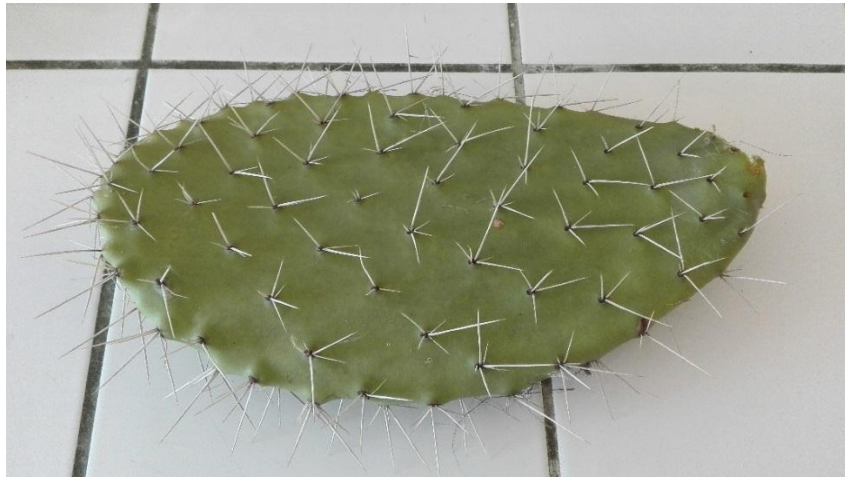


Imagen 01: Cladodio espinoso



Imagen 02: cladodio semiespinoso



Imagen 03: cladodio sin espinas

ANEXO 10

Troceado, licuado y centrifugación de los cladodios de tuna



Imagen 04: cladodios troceados



Imagen 05: licuado de los cladodios



Imagen 06: Centrifugación de la mezcla

ANEXO 11

Filtración, Precipitación y secado del gel de tuna



Imagen 07: mezcla filtrada



Imagen 08: precipitación del mucílago

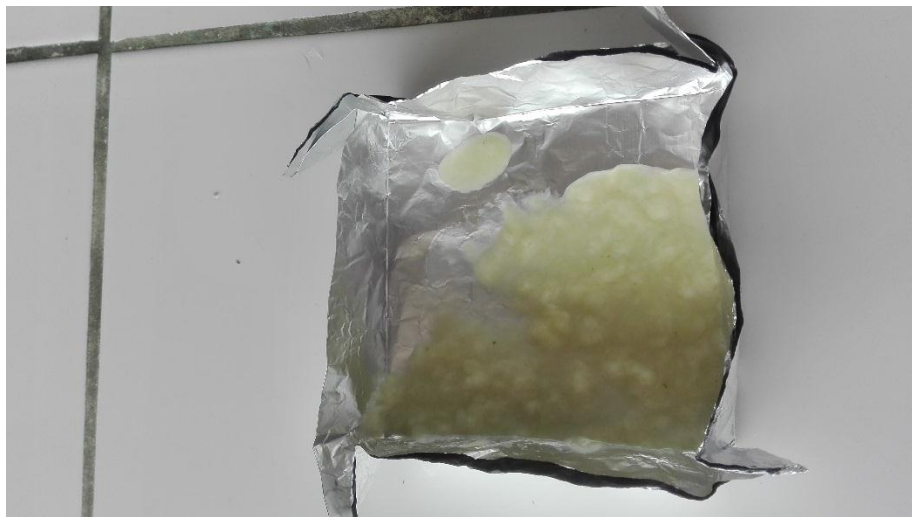


Imagen 09: secado del gel de tuna

ANEXO 12

Recepción de la leche, obtención del lactosuero



Imagen 10: recepción de la leche



Imagen 11: obtención del lactosuero



Imagen 12: acondicionamiento

ANEXO 13

Envasado, enfriado y producto final



Imagen 13: envasado de la bebida



Imagen 14: envasado de la bebida



Imagen 15: envasado de la bebida

ANEXO 14

Prueba organoléptica de la bebida



Imagen 15: Prueba organoléptica de la bebida



Imagen 15: Prueba organoléptica de la bebida en el laboratorio de tecnología de alimentos

ANEXO 15

Determinación de proteína, ceniza, humedad de la bebida



Imagen 16: Digestión de la muestra para el análisis de proteína



Imagen 17: análisis de proteína



Imagen 18: Determinación de ceniza

ANEXO 16

Determinación de acidez, pH, sólidos solubles



Imagen 19: acidez titulable de la bebida Imagen 20: grados Brix de la bebida



Imagen 21: pH en la bebida

