



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Aprovechamiento del suero salado lácteo proveniente de la
elaboración de queso fresco artesanal”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

**MAGÍSTER EN GESTIÓN DE PROCESOS Y SEGURIDAD DE
LOS ALIMENTOS**

Presentada por:

Katherine Lisbeth Chuchuca Mena

José Camilo Román Pino

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2022

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mí director de proyecto, Danny Tagle MSc., a mi familia por la paciencia y a todas las personas que a lo largo del proceso me brindaron su ayuda y apoyo incondicional.

Katherine Chuchuca Mena

AGRADECIMIENTO

A Dios, a los Ingenieros. Danny Tagle y Diana Coello, a mi primo Carlos, a mi compañera de vida Nancy, a mis compañeros Alexandra, Mayra, Juan Carlos y Katherine y a todas las personas que me apoyaron, aportaron y creyeron en este proyecto de vida.

José Camilo Román Pino

DEDICATORIA

A Verónica, la persona
que siempre me motiva a
seguir adelante y a
superarme.

Katherine Chuchuca M.

DEDICATORIA

A Ligia, mi madre, por ser
mi ejemplo y enseñarme
que jamás hay
impedimentos en la
búsqueda para salir
adelante.

**José Camilo Román
Pino**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

**Danny Tagle F., MSc.
DIRECTOR DE PROYECTO**

**Diana Coello M., MSc.
VOCAL**

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Katherine Lisbeth Chuchuca
Mena

José Camilo Román Pino

RESUMEN

La experiencia en plantas industriales de elaboración de productos lácteos ha demostrado la falta o el mal aprovechamiento del suero salado lácteo derivado de la elaboración de queso fresco artesanal, sin contar con el daño ambiental que ocasiona en la actualidad. Debido a que el queso, según el INEC, es el producto lácteo con mayor nivel de producción registrado en la manufactura ecuatoriana, se puede señalar la importancia de explorar nuevas alternativas de aprovechamiento de su principal subproducto como lo es el suero, especialmente el suero salado que se genera a partir de un proceso específico de elaboración de queso empleado solamente por ciertas queserías artesanales.

Esta fue una de las principales razones por las cuales se ha desarrollado el presente proyecto, sumado al gran aporte social que generaría dar un mejor uso al suero salado de leche tomando en cuenta la cantidad de empresas productoras de queso artesanal que existen en la zona de Santo Domingo.

Se analizaron varias posibilidades para obtener el máximo beneficio de este subproducto lácteo. A través del uso de herramientas como una matriz de factibilidad se eligió el producto más adecuado considerando varios criterios técnicos. A partir de este análisis se decidió desarrollar un pan artesanal de molde a base de suero de leche salado.

Lo primero que se realizó fue la caracterización microbiológica y fisicoquímica del suero de leche salado. Luego, por medio de fuentes bibliográficas y la ayuda de un especialista en panificación se elaboró la receta base para el pan molde. La formulación final fue obtenida a partir de un diseño de experimentos que tenía como variable de respuesta la aceptación del producto final y como factor, el porcentaje de suero aprovechado.

El porcentaje de aceptación sensorial del producto final fue de 4,35 lo cual equivale a una calificación de "Me gusta moderadamente" en la escala hedónica de 5 puntos utilizada. Se propone un diseño de planta y un precio de venta al público de \$2,22.

Palabras clave: suero de leche, diseño experimental, escala hedónica, pan artesanal de molde.

ABSTRACT

Experience in factories to produce dairy products has shown the lack or poor use of salted whey derived from the production of artisanal fresh cheese not to mention the environmental damage that it currently causes. Due to the fact that cheese according to INEC is the dairy product with the highest level of processing registered in Ecuadorian manufacturing, it is important to find a profitable alternative benefit for the high amount of whey that originates in each process of elaboration of this dairy derivative, specially the salty whey that is generated from a specific cheese-making process used only by certain artisanal cheese factories.

This was one of the main reasons for developing this project, in addition to the great social contribution that would be generated by making better use of salted whey, considering the amount of artisanal cheese producers in the Santo Domingo area.

Several possibilities were analyzed to obtain the maximum benefit from this dairy by-product. Through the use of tools such as a feasibility matrix, the most suitable product was chosen considering several technical criteria. Based on this analysis, it was decided to develop artisanal molded bread based on salty whey.

The first step made was the characterization of the salted whey through microbiological and physicochemical analysis. Then, the basic recipe for the molded bread was elaborated through bibliographic sources and the help of a bakery specialist. The final formulation was obtained from experimental design that had as response variable the acceptance of the final product and as a factor, the percentage of whey used.

The sensory acceptance percentage of the final product was 4.35 which is equivalent to a rating of "I like it moderately" on the 5 points hedonic scale used. A plant design and retail price of \$2.22 is proposed.

Keywords: whey, experimental design, hedonic scale, artisan molded bread.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos.....	3

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Producción de leche en el Ecuador.....	4
2.2 Queso.....	5
2.3 Queso fresco.....	5
2.3.1 Proceso de elaboración de queso fresco.....	5
2.4 Suero de leche.....	6
2.5 Proteínas de mayor importancia del suero lácteo.....	6
2.5.1 β -lactoglobulina.....	6
2.5.2 α -lactoalbúmina.....	7
2.5.3 Inmunoglobulinas.....	7
2.6 Tipos de suero lácteo.....	7
2.6.1 Suero dulce.....	7
2.6.2 Suero ácido.....	7
2.6.3 Suero salado.....	7
2.7 Usos del suero lácteo.....	8
2.7.1 Bebidas.....	8
2.7.2 Productos de panificación.....	9
2.7.3 Productos la industria cosmética y farmacéutica.....	9
2.7.4 Producción de biofertilizantes.....	9
2.7.5 Generación de energía.....	9
2.7.6 Alimentación animal.....	9

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA	10
3.1 Caracterización del suero salado de leche.....	10
3.1.1 Análisis fisicoquímicos.....	10
3.1.2 Análisis de minerales.....	10
3.1.3 Análisis de perfil de aminoácidos.....	10
3.1.4 Análisis microbiológico del suero lácteo.....	11
3.1.5 Análisis estadístico.....	11
3.2 Diseño del producto.....	12
3.2.1 Selección del producto.....	12
3.2.2 Formulación del producto.....	13
3.2.3 Diseño experimental.....	13
3.2.4 Análisis Sensorial.....	14
3.2.5 Información nutricional.....	14

3.3 Costos	14
CAPÍTULO 4	
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS	16
4.1 Resultados de la caracterización del suero salado de leche.....	16
4.1.1 Resultados de análisis fisicoquímico.....	16
4.1.2 Resultados del análisis de minerales	17
4.1.3 Resultados de análisis microbiológico.....	17
4.1.4 Resultados de análisis de perfil de aminoácidos	18
4.2 Diseño del producto.....	18
4.2.1 Selección del producto.....	19
4.2.2 Formulación del producto	20
4.2.3 Método Experimental	21
4.2.4 Información nutricional.....	24
4.3 Costos	25
CAPÍTULO 5	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
5.1 Conclusiones	27
5.2 Recomendaciones	27
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ABREVIATURAS

c	Número de muestras permisibles con resultados entre m y M
CFN	Corporación Financiera Nacional
CH	Carbohidratos
CUP	Costo unitario de producción
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
H ₀	Hipótesis nula
H _i	Hipótesis alternativa
HPLC UV	Cromatografía líquida de alto rendimiento junto con incorporación de espectroscopía Ultravioleta
INEC	Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
ISO	International Standard Organization
M	Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad
m	Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad
M	masa
n	número de muestras a examinar
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
P.V.P.	Precio de venta al público
PE	Precio estimado
PYMES	Pequeñas y medianas empresas
UFC	Unidades formadoras de colonias
unid	Unidades
X %	contenido de ingredientes en tabla de composición nutricional

SIMBOLOGÍA

g	gramos
kg	kilogramos
°C	grados Celsius
h	horas
s	segundos
min	minutos
lb	libras
lt	litros
ml	mililitros
%	porcentaje
kDa	kilodaltons
Desv. Est.	Desviación estándar
<	Menor que
>	Mayor que
M1	Harina
M2	Suero salado de leche
M3	Agua
M4	Levadura
M5	Grasa
M6	Azúcar
M7	Producto final
M8	Agua evaporada

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Producción de leche en Ecuador.....	4
Figura 2.2 Cantidad de productos lácteos elaborados a diario en Ecuador	4
Figura 2.3 Diagrama de flujo del proceso del Queso Fresco.....	8
Figura 3.1 Ejemplo de matriz factibilidad/impacto	12
Figura 4.1 Matriz de factibilidad/impacto	19
Figura 4.2 Análisis de Varianza ANOVA.....	21
Figura 4.3 Diagrama de Pareto.....	22
Figura 4.4 Gráfico de cajas	23
Figura 4.5 Gráfico de valores observados y esperados.....	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición Porcentual de Nutrientes del Suero lácteo	6
Tabla 2 Métodos de análisis fisicoquímicos.....	10
Tabla 3 Perfil de aminoácidos	11
Tabla 4 Requisitos microbiológicos del lacto suero.....	11
Tabla 5 Matriz de decisión Factibilidad tecnológica y costos de inversión	13
Tabla 6 Matriz de decisión Cantidad de suero a utilizar	13
Tabla 7 Matriz de decisión Mercado objetivo.....	13
Tabla 8 Escala Hedónica.....	14
Tabla 9 Ecuaciones para determinación de costos	14
Tabla 10 Resultados de análisis fisicoquímicos	16
Tabla 11 Resultados de análisis de minerales	17
Tabla 12 Resultado análisis microbiológico	17
Tabla 13 Resultados de análisis de perfil de aminoácidos.....	18
Tabla 14 Lista de productos	19
Tabla 15 Matriz de decisión para los 3 mejores productos seleccionados	20
Tabla 16 Límites mínimos y máximos de los factores	21
Tabla 17 Aceptabilidad de fórmulas propuestas.....	21
Tabla 18 Análisis de normalidad, Anderson Darling	22
Tabla 19 Prueba de Kruskal-Wallis	23
Tabla 20 Prueba chi cuadrado de bondad y ajuste	24
Tabla 21 Composición nutricional de los ingredientes del pan	25
Tabla 22 Composición nutricional del producto final	25
Tabla 23 Resumen de costos.....	26

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

La industria de productos lácteos es considerada como uno de los sectores más importantes de la economía de países industrializados como Nueva Zelanda, China, Unión Europea y Estados Unidos (OECD, 2018). Dentro de este grupo económico importante se encuentran los productores de quesos. En Sudamérica el 50% de queserías son de categoría PYMES, es decir pequeñas y medianas empresas, destinadas al procesamiento no mayor a 10000 litros de leche diarios (Castells et al., 2017). Sin embargo, el Ecuador registra un bajo nivel de consumo de queso en comparación con otros países de Sudamérica, en el año 2017 se llegó a producir 36'260.925 kilos de este producto, comprobando de esta forma que la mayor parte de la producción de leche es destinada para la elaboración de los mismos, con una cifra del 37% con respecto al total de elaboración de derivados lácteos, además la variedad más producida en nuestro país es el queso fresco, por su aporte nutricional y accesibilidad económica siendo el preferido para los ecuatorianos (Pardillos, 2020).

Se conoce que aproximadamente solo el 10% de la leche es aprovechada en la elaboración de quesos, el 90% restante se considera como un subproducto, el suero, mismo que retiene alrededor del 55% del total de los ingredientes de la leche, como lactosa, proteínas como beta-lactoglobulina y alfa-lactoalbúmina, calcio, fosfatos, lactato y cloruros (Parra Huertas, 2009). A pesar de esto, gran parte de los productores únicamente lo usan como alimento animal o incluso lo desechan, generando un impacto ambiental importante (Araujo et al., 2013). Una industria quesera que posea una producción de 40000 litros de suero mensual sin realizar ningún tratamiento, genera una contaminación similar a la de una población de 1'250.000 habitantes al mes (Valencia & Ramírez, 2009).

Actualmente, a partir del suero de leche dulce existen diversos productos, tanto tradicionales y otros de mayor industrialización, mismos que conllevan al uso de inversión tecnológica y sofisticada, convirtiéndose en una limitante para las queserías artesanales (Ramírez Navas, 2012). El suero salado de leche es utilizado para la elaboración de muchos productos alimenticios como bebidas, cremas para untar, mantequilla, concentrado proteínico, lactosa, proteínas en polvo, suero en polvo desmineralizado y quesos como el quesillo (Londoño Ospina, 2006).

En Ecuador las pequeñas industrias optan por alternativas más viables considerando sus limitaciones. Entre estas alternativas están, por ejemplo, la elaboración de queso ricota. Este proceso permite recuperar una parte de los sólidos presentes en el lactosuero como proteínas y grasa (Campaña & Manzano, 2019).

Por otro lado, el suero salado que se obtiene en el momento del prensado del queso, tiende a tener otro fin como ser arrojado directamente a alcantarillas o desagües, incluso a fuentes de agua cercanas, perjudicando a la población y generando un grave daño al medio ambiente (Mazorra-Manzano et al., 2019). Este suero salado no es aprovechado por ningún tipo de industria, además se desconocen sus características fisicoquímicas lo que ocasiona una pérdida de componentes valiosos que podrían ser utilizados para generar otros productos.

1.2 Planteamiento del problema

La industria alimentaria es uno de los sectores productivos que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente, principalmente por los procesos en donde se generan residuos (Restrepo, 2006).

Basados en información proporcionada por las queserías en estudio, de 6000 litros de leche que ingresan diariamente al proceso de elaboración de queso artesanal, solo el 20% es aprovechado como producto terminado. El 60% se transforma en suero dulce (suero normalmente expulsado en este tipo de procesos), el mismo que es reutilizado como materia prima para elaborar diferentes productos; y finalmente, el 20% restante es suero salado de leche. La característica de este suero se debe a la inmersión de sal en la mezcla luego del proceso de batido de la cuajada y eliminación de todo el suero dulce, por ello, esta clase de suero se lo considera como desecho debido al alto contenido de oxígeno que presenta en su composición, el cual ocasiona una significativa demanda biológica y química de oxígeno (DBO y DQO) generando un nivel grave de contaminación (Cunningham, 2000).

Por otro lado el suero salado de leche no tiene un fin útil determinado y por lo general las empresas lo desechan hacia ríos o acequias sin un tratamiento adecuado, provocando un daño muy severo al medio ambiente, además, al no contar con un sistema adecuado de manejo, causan un grave problema para la comunidad debido a que en la mayoría de poblaciones rurales especialmente, se utiliza la mencionada agua de acequias o ríos para el riego de sembradíos (Campaña & Manzano, 2019).

1.3 Justificación

El presente proyecto ha sido propuesto y desarrollado con motivo de las deficiencias identificadas en el aprovechamiento del suero salado de leche obtenido a partir de la elaboración de quesos en empresas productoras de lácteos en la zona de Santo Domingo. A diferencia del suero dulce, que se aprovecha en productos como el queso ricota y se lo destina para alimentación animal, el suero salado aún no presenta alternativas viables de uso.

La sostenibilidad se incluye entre los motivos por los que fue diseñado este proyecto, por esta razón, podemos puntualizar que se consigue integrar sus 3 pilares: económico, medio ambiental y social.

Económico: al proporcionar un valor agregado a un subproducto transformándolo en materia prima para generar nuevos productos.

Medio ambiental: con el mejoramiento del porcentaje de aprovechamiento de la materia prima (leche) y la reducción sistémica de emisiones al medio ambiente al producir menor cantidad de suero tratado y evitar su derrame y liberación hacia ríos y acequias.

Social: entregar un soporte a la comunidad de Santo Domingo de los Tsáchilas y sus queserías artesanales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un producto alimenticio por medio de la caracterización de su principal materia prima, desarrollo de fórmula y estimación de costos, para el aprovechamiento del suero salado de leche proveniente de la producción de queso fresco artesanal.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar los diferentes parámetros fisicoquímicos y bromatológicos del suero salado de leche de varios productores de queso.
- b) Desarrollar la formulación de un producto alimenticio a partir de suero salado de leche considerando las características fisicoquímicas de esta materia prima.
- c) Realizar un análisis de costos del proyecto obteniendo el punto de equilibrio y precio de venta del producto.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Producción de leche en el Ecuador

De acuerdo a estudios realizados por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos INEC, la producción de leche en el Ecuador se ha incrementado en un 25% entre el 2016 y 2019, además de señalar que la provincia con mayor volumen de producción de leche es Pichincha, como se puede observar en la figura 2.1.

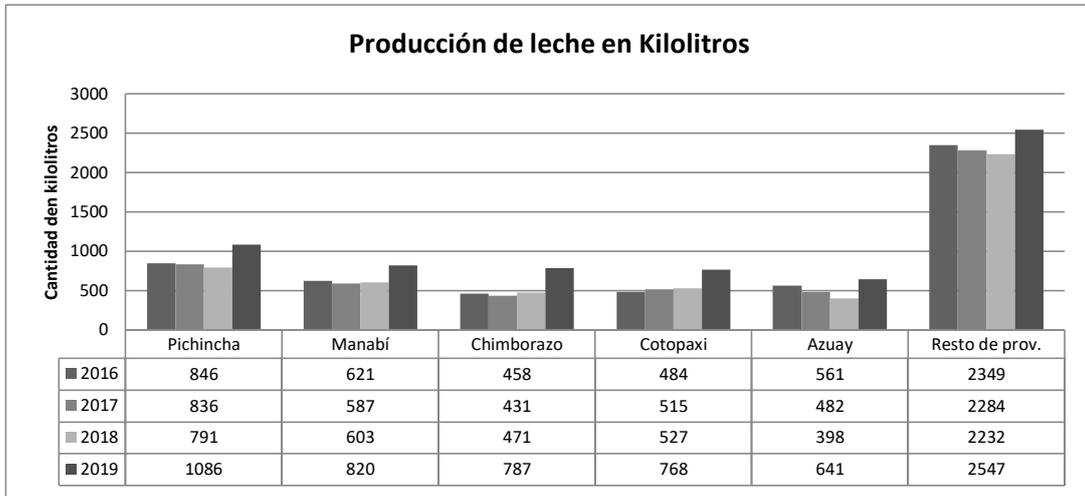


Figura 2.1 Producción de leche en Ecuador

Fuente: (CFN, 2020)

La información de consumo de productos lácteos específicos en el Ecuador es otro factor imprescindible en el estudio del suero salado en vista de la importancia de la leche en la nutrición humana. Con base a la información de la figura 2.2 se estima el consumo de quesos como el más alto en comparación con otros productos lácteos.

Debemos resaltar además el impacto que representa la elaboración de quesos en la producción total de leche, el 31% va destinado a este proceso, por ende estos porcentajes reflejarán altas cifras en la producción de suero lácteo como subproducto (Murillo, 2019). Esta es una más de las razones que expone la importancia de buscar un uso adecuado al suero salado derivado de la elaboración artesanal de quesos.

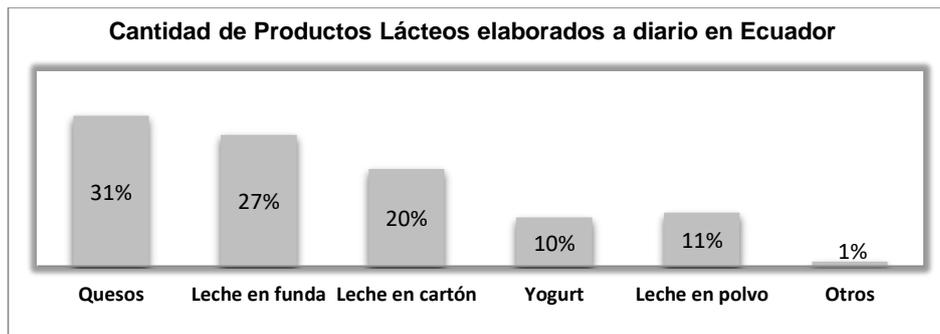


Figura 2.2 Cantidad de productos lácteos elaborados a diario en Ecuador

Fuente: Asas et al., 2021

2.2 Queso

Es un producto lácteo obtenido a través de un proceso de coagulación o fermentación de la leche gracias al uso de ácidos orgánicos o enzimas. Comúnmente se utiliza una coagulación enzimática empleando cuajo compuesto por enzimas proteolíticas, las cuales producen una ruptura o desestabilización de la molécula de la caseína formando un gel gracias a la presencia de calcio en dichas moléculas. Esta cuajada al ser insertada en los moldes expulsa el suero dulce encontrado en su interior, dicha expulsión se produce debido a la aglomeración de los gránulos de cuajada (Ramírez & Velez, 2014).

Existen diferentes tipos de queso los cuales dependerán directamente de la técnica del procesamiento, es así, que en el mercado se pueden encontrar variedades como queso fresco, duro, blando y madurado (Alimentarius, 2008).

2.3 Queso fresco

La norma INEN determina al queso fresco como un queso que no ha sido sometido a procesos de maduración y/o escaldado cuya particularidad es ser coagulado con enzimas o ácidos orgánicos, mientras que el Codex Alimentarius lo denomina como un tipo de queso “no madurado”. Este producto, una vez terminado su procesamiento, se encontrará listo para su consumo.

La denominación de queso “fresco” será determinada de acuerdo al país donde sea fabricado este producto lácteo (Alimentarius, 2018).

2.3.1 Proceso de elaboración de queso fresco

Filtración: Una vez que la leche ha sido aprobada por Control de Calidad para su uso en la elaboración de quesos frescos, se la debe trasladar hacia una marmita limpia, esto se lo realiza con la ayuda de bombas de leche las cuales tienen colocado un filtro conocido como “tela de quesero” en el extremo de la manguera de grado alimenticio que va a estar colocada en el fondo de la marmita, el cual evitará el ingreso de algún tipo de partícula que contamine a la leche en el proceso.

Cabe indicar que, en este tipo de queso los productores artesanales no someten la leche al proceso de pasteurización, a pesar que la Norma INEN 1528: Norma General para Quesos frescos no madurados, en el enunciado “Disposiciones generales”, describe la necesidad de cumplir con los requisitos de la leche pasteurizada referidos como requisitos en la Norma INEN 10: Leche Pasteurizada Requisitos (INEN, 2012).

Esto corrobora la falta de cumplimiento por parte de las queserías artesanales de un requisito esencial para la fabricación de quesos, como es la pasteurización de la leche utilizada como principal materia prima para la fabricación de queso fresco, convirtiéndose este incumplimiento en un riesgo constante a la inocuidad de sus productos elaborados.

Cuajado: Se agrega la cantidad de cuajo según lo establecido por el fabricante: aproximadamente 10 gramos de cuajo por cada 75 litros de leche a temperatura ambiente (aprox. 26 °C).

Cortado: Cuando la leche está cuajada se procede a cortar con una lira para obtener trozos pequeños y proceder a eliminar con mayor facilidad el suero formado.

Desuerado: Se elimina el 60% del suero dulce a través de la llave incluida en la marmita.

Salado: Se añaden 20 libras de sal a la cuajada por cada 500 litros de leche utilizada y se deja actuar por un tiempo de 5 minutos.

Moldeado y prensado: Se traslada esta cuajada a los moldes correspondientes, luego se coloca uno sobre otro para realizar el prensado, se realiza 3 volteos cada 15 minutos. El suero que se escurre en esta etapa es el suero salado, mismo que se deposita en pozos sépticos.

Empacado y almacenado: Se coloca el queso en fundas de polietileno de baja densidad, se aplica un empacado al vacío de forma artesanal, es decir se sumerge en un tanque de agua y se elimina el aire. Luego se coloca en cámaras de frío a una temperatura de 4 °C o menos.

2.4 Suero de leche

El suero de leche es un subproducto líquido proveniente de la elaboración de queso. Es la fracción de la leche que no se llega a precipitar por acción de la renina. El suero posee un color característico amarillo - verdoso debido a su alto contenido de vitamina B2, además posee un pH entre 6,4 y 6,8 con una acidez de 0,16% como máximo. Por lo general, la relación suero: queso es de 5-10 a 1 (Araujo et al., 2013).

La composición del suero de leche se describe en la tabla 1.

Tabla 1
Composición Porcentual de Nutrientes del Suero lácteo

Nutrientes	Porcentaje
Agua	93
Grasa	0,3
Proteína	0,8
Lactosa	4,9
Ceniza	0,56
Ácido Láctico	0,2- 0,3

Fuente: Teniza, 2008

2.5 Proteínas de mayor importancia del suero lácteo

Las proteínas no son la parte más abundante en la composición del suero de leche, pero si resulta ser la de mayor importancia desde el punto de vista nutricional (Parra Huertas, 2009). Las proteínas del suero representan alrededor del 20% de las proteínas de la leche de vaca, las cuales poseen varias propiedades químicas, físicas y funcionales. En este grupo se encuentran principalmente la β -lactoglobulina (β -LG) con un 10%, seguido de la α -lactoalbúmina con 4% de toda la proteína láctea (Baró et al., 2001). Otras proteínas como lactoferrina, lactoperoxidasa, inmunoglobulinas y glicomacropéptidos se encuentran presentes también en el suero.

2.5.1 β -lactoglobulina

Es una proteína sérica, globular, soluble en agua y no se coagula por cambios del pH, además se separa de la cuajada de forma manual, mecánica o mediante temperatura,

es la más abundante y posee un peso molecular de 18,26 kDa (Chacón et al., 2017). Influye en la fijación de las vitaminas liposolubles, aumentando la biodisponibilidad, además constituye una rica fuente de aminoácidos esenciales que ayudan a prevenir la degradación muscular (Archibald, 1999).

2.5.2 α -lactoalbúmina

Posee una cadena polipeptídica de 123 aminoácidos con un peso molecular de 14,2 kDa (Zhang et al., 2014). Es la principal proteína del suero que se ha encontrado en la leche humana, además es la más utilizada en formulas infantiles, ya que contiene triptófano (Archibald, 1999).

2.5.3 Inmunoglobulinas

Representan el 13% del total de las proteínas del suero y su origen proviene de la sangre del animal, ayudan a fortalecer el sistema inmunológico y aumentan la protección contra enfermedades hacia el organismo (Pilco Lluilema, 2013).

2.6 Tipos de suero lácteo

Se pueden distinguir básicamente dos tipos de lactosuero provenientes de la elaboración de queso, esto dependerá principalmente del método de cómo se obtenga la cuajada: suero dulce o ácido (Parra Huertas, 2009).

Su principal diferencia se encuentra en su composición, la misma que depende de la composición de la leche, la humedad del queso y del pH al cual el lactosuero se separa de la cuajada (París Ripoll, 2009).

2.6.1 Suero dulce

Se obtiene tras la coagulación enzimática por uso de cuajo, específicamente renina, a un pH de 6,5, es un subproducto de la elaboración de quesos duros y frescos (Araujo et al., 2013).

El suero dulce es el más utilizado industrialmente por tener una composición química estable la cual permite mejores resultados a la hora de procesar y obtener subproductos con valor agregado, además de no poseer una cantidad alta de sal (Villareal Arizpe, 2017).

2.6.2 Suero ácido

Es el resultado de un proceso de fermentación o la adición de ácidos orgánicos o minerales mediante los cuales se coagula la caseína para la elaboración de quesos (Parra Huertas, 2009).

2.6.3 Suero salado

El suero salado es considerado como un subproducto lácteo generado en la fabricación de quesos entre las etapas de moldeado y prensado al ser trasvasada la cuajada a los moldes, dicho suero es expulsado por gravedad al ingresar la cuajada en los moldes y de la presión ejercida al ser sometida al mencionado prensado.

En la figura 2.3 se presenta el proceso de elaboración de queso fresco artesanal, se puede observar en qué etapa se obtiene el suero salado.

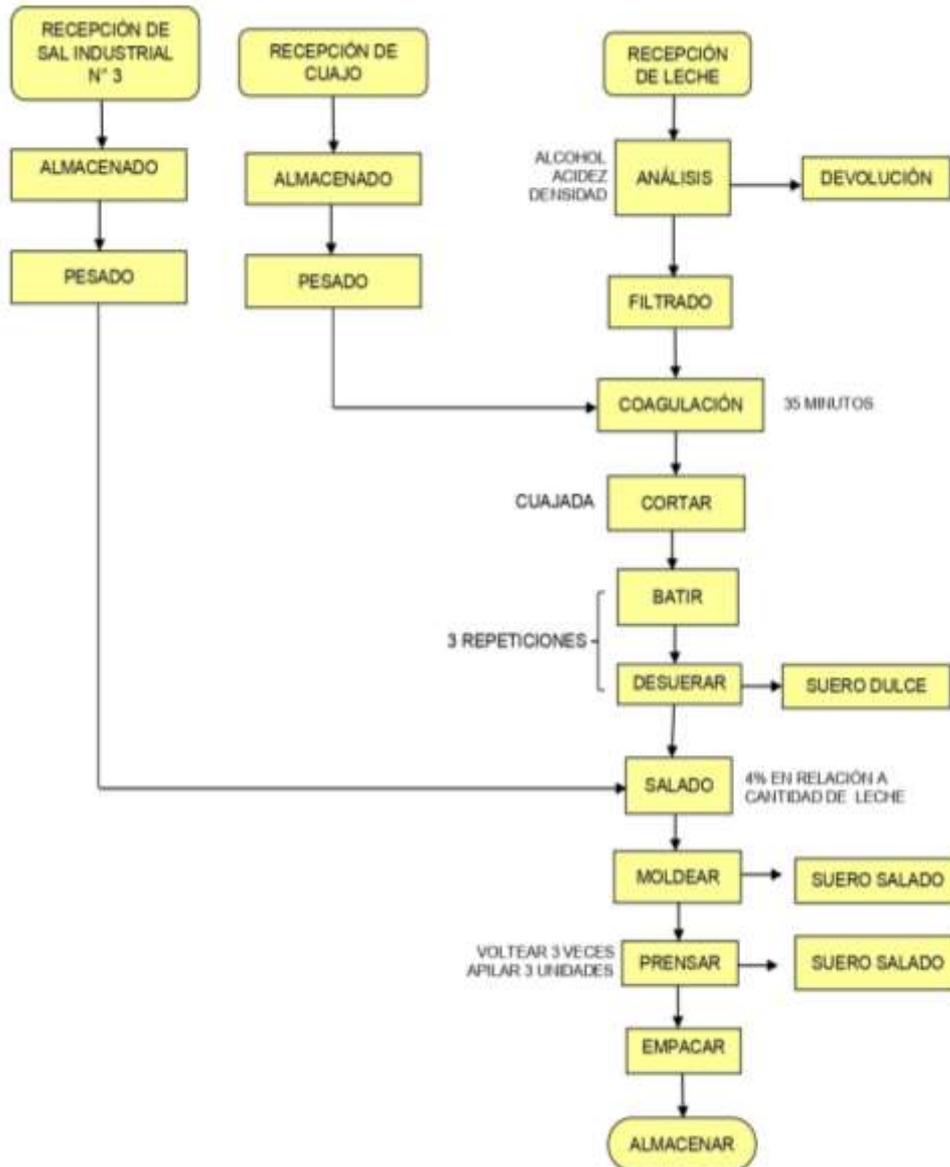


Figura 2.3 Diagrama de flujo del proceso del Queso Fresco.

Fuente: Autor

2.7 Usos del suero lácteo

El lactosuero se caracteriza por poseer una importante fuente de nutrientes, por esa razón sus aplicaciones pueden llegar a tener una gran variedad, como en la industria alimentaria humana o animal, farmacéutica, cosmética, entre otras (Asas et al., 2021).

2.7.1 Bebidas

En varios países se utiliza al suero como parte de los ingredientes para la elaboración de algunos tipos de bebidas las cuales poseen características económicas, consistentes, comerciales, estas bebidas por lo general emplean el proceso de pasteurización como método de conservación (Cunningham, 2000).

2.7.2 Productos de panificación

El suero lácteo dulce como ingrediente en la industria de panificación permite mejorar las cualidades como sabor y color en los productos; las proteínas presentes en el suero logran una mejora en la estructura de la corteza y la capacidad del tostado, ya que dichas proteínas aportan propiedades funcionales como solubilidad, absorción de agua, adhesión, cohesión y emulsificación (Ledezma et al., n.d.).

2.7.3 Productos la industria cosmética y farmacéutica

El lactosuero es utilizado en la industria cosmética y farmacéutica, además de formar parte de la elaboración de productos simuladores de grasa con función de gelatinización, retención de agua, emulsión, adhesión, puede retardar el crecimiento de cristales de hielo en cierto tipo de industrias (Pintor & Totosaus, 2013).

2.7.4 Producción de biofertilizantes

A pesar que el suero lácteo posee una gran cantidad de nutrientes, su empleo en el riego de sembríos ha tenido restricciones, debido a que solo se lo puede utilizar en la primera etapa de cultivo, en el resto de etapas no es conveniente su uso, una de las razones es que se han detectado altos efectos de acidificación presentes en los terrenos donde se ha utilizado con el fin de reducir el proceso de erosión. Se conoce que produce efectos favorables como el mejoramiento de la calidad del suelo en pequeñas cantidades, gracias a su aplicación se ha visto resultados en la producción de maíz, trigo y pastura. Un abono a base de lactosuero puede generar bajos costos para los agricultores y significar una relación mutua de beneficio para los queseros (Cunningham, 2000). El abono elaborado con lactosuero tiene la característica de ser restaurador de la microbiota del ecosistema del cultivo, ya que el ácido láctico ayuda a eliminar bacterias patógenas, gracias a este atributo se podría llegar a utilizar en reemplazo de fertilizantes químicos (Villareal, 2017).

2.7.5 Generación de energía

El suero lácteo ha formado parte de varias investigaciones en Europa, específicamente en España se ha desarrollado proyectos para la fabricación del combustible conocido como Bioetanol mediante la transformación del suero lácteo. El bioetanol se produce a través de la fermentación de azúcares de diversos alimentos. Se ha comprobado experimentalmente que al mezclar el alcohol producido de la fermentación de los azúcares del suero procedente de la elaboración de quesos junto con gasolina, se logra obtener un biocombustible con propiedades semejantes a las del combustible tradicional, no obstante, se observó un efecto reducido de emisiones contaminantes agregando una esperanza y avance a las investigaciones por disminuir el problema ambiental del planeta efecto de los combustibles fósiles (Villareal, 2017).

2.7.6 Alimentación animal

Es común el uso de lactosuero en la alimentación de cerdos y bovinos al formar parte de la fabricación de piensos, sin embargo, la sal es considerada como una limitante al igual que la acidificación. Cabe recalcar que el uso de lactosuero presenta inconvenientes al ser suministrado directamente en la dieta animal ocasionando disentería debido a que los animales no logran metabolizar la lactosa (Badui, 2006).

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

El presente proyecto consta de dos partes: la primera es la caracterización del suero salado de leche obtenido de la elaboración de queso fresco artesanal de tres plantas productoras ubicadas en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas; y la segunda parte consiste en el diseño de un producto alimenticio utilizando suero salado de leche como materia prima.

3.1 Caracterización del suero salado de leche

El suero salado lácteo se obtuvo a partir de la elaboración de queso fresco artesanal en los procesos de moldeado y prensado, el mismo que fue recolectado en tres queserías distintas de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

De cada planta se tomaron dos muestras de lotes diferentes con las que se realizaron análisis fisicoquímicos. Para el análisis microbiológico se consideró una muestra por cada planta y para determinar el perfil de aminoácidos se analizó la muestra de la planta que obtuvo mayor porcentaje de proteínas.

3.1.1 Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos se efectuaron en Agrolab, laboratorio ubicado en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, utilizando los métodos descritos en la tabla 2.

Tabla 2
Métodos de análisis fisicoquímicos

Análisis	Método	Referencia
Acidez titulable	Volumétrico/titulación	AOAC 942.05/90
pH	Potenciómetro	AOAA 981.12/90
Grados Baumé	Aerómetros	
Proteína	KJELDAHL	AOAC 2001.11
Grasa	Método Gerber	Norma INEN NTE12
Carbohidratos	Diferencia	FAO Tabla composición alimentos/ Cálculo
Cenizas	Gravimetría, directo	AOAC 923.03

Fuente: (Agrolab, 2021)

3.1.2 Análisis de minerales

El análisis de minerales se lo realizó en Agrolab mediante el método de espectrofotometría con la ayuda del espectrofotómetro, dispositivo que utiliza la absorción de luz ultravioleta para determinar su contenido (Clingsmith, 1984).

Los minerales que se analizaron son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, cobre, hierro, zinc y manganeso.

3.1.3 Análisis de perfil de aminoácidos

El perfil de aminoácidos se lo desarrolló en laboratorio Multianalityca, situado en la ciudad de Quito, utilizando los métodos descritos en la tabla 3.

Tabla 3
Perfil de aminoácidos

Parámetros	Método de análisis de referencia
Histidina	HPLC-UV
Treonina	HPLC-UV
Leucina	HPLC-UV
Isoleucina	HPLC-UV
Fenilalanina	HPLC-UV
Metionina	HPLC-UV
Alanina - tirosina	HPLC-UV
Glicina	HPLC-UV
Valina	HPLC-UV
Serina	HPLC-UV
Arginina	HPLC-UV
Lisina	HPLC-UV
Triptófano	HPLC-UV
Aspártico-glutámico	HPLC-UV

Fuente: (Multianalityca, 2021)

3.1.4 Análisis microbiológico del suero lácteo

Las 3 muestras de suero salado de leche fueron enviadas al laboratorio Agrolab para ser analizadas utilizando método indicado por la norma NTE INEN 2594 Suero de leche líquido. Requisitos. Los mismos que se detallan en la tabla 4.

Tabla 4
Requisitos microbiológicos del lacto suero

REQUISITOS	n	m	M	c	Método de Ensayo
Recuento de microorganismos Aerobios Mesófilos ufc/g	5	30 000	100 000	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de <i>Escherichia coli</i> UFC/g	5	< 10	-	0	NTE INEN 1529-8
<i>Staphilococcus aureus</i>	5	<100	100	1	NTE INEN 1529-14
<i>Salmonella</i> /25g	5	ausencia	-	0	NTE INEN 1529-15

Fuente: NTE INEN 2594, 2011

Dónde:

n = número de muestras a examinar

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

3.1.5 Análisis estadístico

Cada uno de los parámetros fisicoquímicos y de minerales fueron analizados para determinar si existía diferencias significativas entre cada muestra, con un grado de significancia de 0,05, utilizando el programa Statgraphics Centurión XV. De esta forma se consideró la muestra con características similares a las de un suero dulce, las

mismas que se mencionan en la tabla 1, se escogió el suero salado que posteriormente se empleó para la formulación y desarrollo del producto.

3.2 Diseño del producto

Se describen a continuación las fases del diseño del pan artesanal de molde.

3.2.1 Selección del producto

Para el desarrollo del producto, inicialmente se investigó y realizó un brainstorming con los diversos productos procesados de consumo masivo en los que se podría añadir suero de leche salado como parte de sus ingredientes. De estas 30 alternativas se escogieron 3 productos mediante una matriz de factibilidad/impacto la misma que se observa en la figura 3.1, para ubicar cada uno de los productos dentro de la misma se realizó un análisis muy superficial, asumiendo las posibilidades que poseen los procesadores de queso para elaborar cada uno de los productos establecidos.

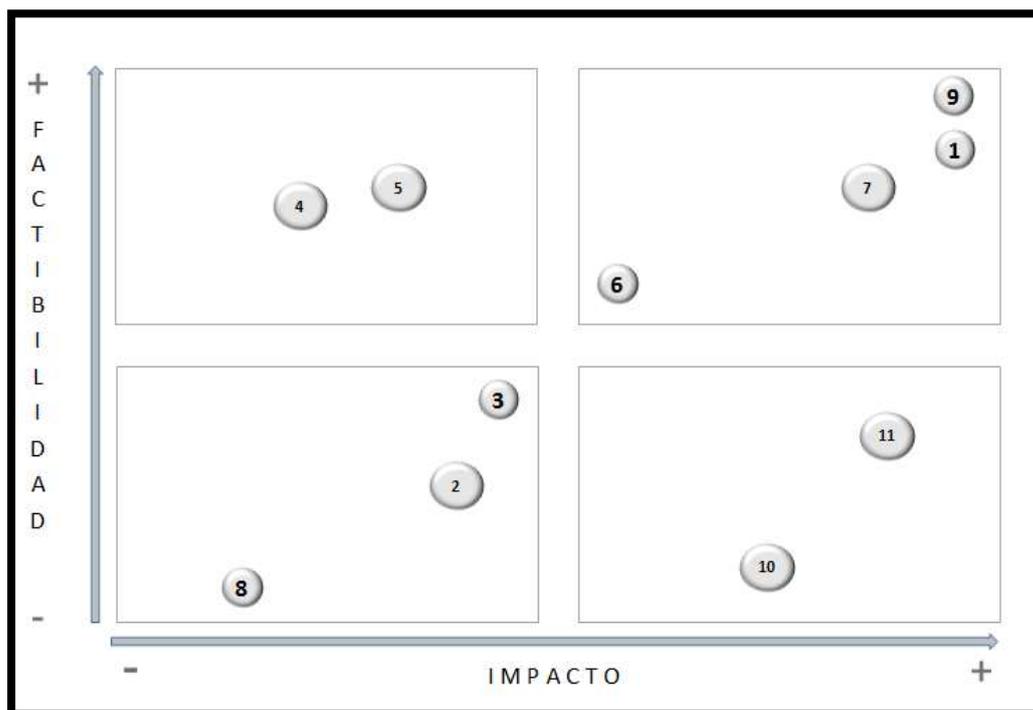


Figura 3.1 Ejemplo de matriz factibilidad/impacto

Fuente: Autor

Para obtener el producto final se realizó una matriz de decisión donde se analizaron criterios como factibilidad económica, costos de inversión, cantidad de suero utilizado y mercado objetivo. Se procedió a dar una calificación que va desde el 1 al 4 basándose en la interpretación definida para cada uno de los criterios que influyen directamente en las razones para elaborar el nuevo producto utilizando una matriz de decisión donde se analizaron criterios como factibilidad económica y costos de inversión, cantidad de suero utilizado y mercado objetivo.

Las escalas utilizadas para determinar la calificación de cada producto se observan en la matriz de decisión diseñada en las tablas 5, 6 y 7.

Tabla 5
Matriz de decisión Factibilidad tecnológica y costos de inversión

criterio	Puntuación	Interpretación
Factibilidad tecnológica y costos de inversión	1	La empresa no cuenta con maquinaria disponible ni posee recursos para adquirirla
	2	La empresa posee pocos recursos para adquirir nueva maquinaria
	3	La empresa cuenta con 50 % de maquinaria pero no posee recursos para adquirir nueva
	4	La empresa cuenta con recursos suficientes para adquirir nueva maquinaria

Fuente: Autor

Tabla 6
Matriz de decisión Cantidad de suero a utilizar

Criterio	Puntuación	Interpretación
Cantidad de suero a utilizar	1	Muy poca cantidad.
	2	Poca cantidad.
	3	Cantidad regular.
	4	Gran cantidad

Fuente: Autor

Tabla 7
Matriz de decisión Mercado objetivo

Criterio	Puntuación	Interpretación
Mercado objetivo	1	Consumo deficiente.
	2	Consumo regular.
	3	Consumo moderado.
	4	De consumo masivo.

Fuente: Autor

3.2.2 Formulación del producto

La composición de ingredientes del producto se basó en referencias bibliográficas y recetas de panaderías ya establecidas en el mercado. Se elaboraron 3 formulaciones en donde el suero salado de leche y agua fueron considerados ingredientes variables, el resto como ingredientes fijos.

3.2.3 Diseño experimental

Para establecer la formulación final, se realizó un diseño factorial 3^k , en el que se consideraron dos factores ($K=3$), agua y suero salado de leche los mismos que influyen en la aceptabilidad del producto y 3 es el número de niveles de combinaciones o tratamientos que se evaluó los efectos de los ingredientes y sus combinaciones en la aceptabilidad del producto, de acuerdo a la tabla de varianza ANOVA y un gráfico de Pareto, utilizando el programa STATISTICA 7. Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial, se analizaron a través del uso del software Minitab, realizando un test de normalidad por medio de la prueba de Anderson-Darling, la cual indica si los datos siguen una distribución normal. Luego se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si es estadísticamente significativa la relación entre las

variables. Se realizó un gráfico de cajas que permite evaluar variables cuantitativas y proporciona una visión general de la distribución de los datos determinando si existen valores atípicos (Palladino, 2011). Finalmente, para establecer la preferencia de los panelistas hacia uno de los tratamientos se efectuó una Prueba Chi Cuadrado de bondad y ajuste que permite determinar si los datos de una muestra son representativos para una población completa (Arrondo, 2014).

3.2.4 Análisis Sensorial

Se elaboró una prueba sensorial de aceptación con una escala hedónica de 5 puntos, especificada en la tabla 8. Con base a esta calificación, el panelista consideró su nivel de aceptabilidad hacia las diferentes formulaciones, además de otros atributos como: color, sabor, textura, olor, y finalmente la preferencia por una de las formulaciones.

Tabla 8
Escala Hedónica

Parámetros de la Escala hedónica	
Me gusta mucho	5
Me gusta moderadamente	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta levemente	2
No me gusta	1

Fuente: Autor

El formato de la encuesta entregada se encuentra en el Anexo A. Se realizó el análisis sensorial a 30 panelistas no entrenados, en la ciudad de Santo Domingo, se les entregó las 3 muestras en el orden de los tratamientos ya establecidos, cada muestra fue de 5 g, luego se les proporcionó el respectivo cuestionario y esferográfico, además de un vaso con agua con la finalidad que actúe como un limpiador de paladar.

3.2.5 Información nutricional

La información nutricional del producto final fue determinada por medio de cálculos en función de fuentes bibliográficas acerca de los componentes nutricionales de cada uno de los ingredientes y los análisis fisicoquímicos obtenidos del suero de leche.

3.3 Costos

Para la estimación de costos del producto, se consideraron los equipos de la línea de producción, costos variables y costos fijos.

Las ecuaciones a utilizar se muestran en la tabla 9. Para determinar el costo unitario de producción se utilizó la ecuación 1, para indicar el precio de venta al público se empleó la ecuación 2, se consideró obtener un margen de ganancia del 30%, y se obtuvo el punto de equilibrio con la Ecuación 3.

Tabla 9
Ecuaciones para determinación de costos

Ecuación	Nº de Ecuación
$C.U.P = \frac{\text{Total costo operativo}}{\text{Total unidades de producción}}$	1

$P.V.P = C.U.P + (C.U.P * 0,3)$	2
$P.E = \frac{\text{Costo fijo}}{P.V.P - \text{Costo variable unitario}}$	3

Fuente: Autor

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Resultados de la caracterización del suero salado de leche

Con la finalidad de escoger el suero salado de leche destinado para el desarrollo del nuevo producto, las muestras de suero lácteo tomadas en 3 plantas procesadoras en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas se analizaron en 2 laboratorios especializados mencionados previamente en los enunciados 3.1.1 y 3.1.3. Los resultados de los análisis de cada muestra se detallan en el Anexo B y Anexo C.

4.1.1 Resultados de análisis fisicoquímico

Se observan en la tabla 10 los promedios de los resultados emitidos por Agrolab del análisis fisicoquímico de las muestras de suero salado de leche.

Tabla 10
Resultados de análisis fisicoquímicos

Parámetros	Planta 1		Planta 2		Planta 3	
	Media	Desv.Est.	Media	Desv.Est.	Media	Desv.Est.
°Baumé	7,30 ^a	±0,14	7,00 ^a	±0,14	7,80 ^a	±0,14
pH	6,19 ^a	±0,13	6,31 ^a	±0,01	6,44 ^a	±0,04
% acidez titulable	0,10 ^a	±0,04	0,08 ^a	±0,00	0,08 ^a	±0,00
% Humedad	88,22 ^a	±1,15	87,45 ^a	±0,37	89,48 ^a	±2,02
% Materia seca	11,79 ^a	±1,15	12,56 ^a	±0,37	11,03 ^a	±1,31
% Grasa	0,35 ^a	±0,07	0,30 ^a	±0,00	0,40 ^a	±0,00
% Proteínas	1,09 ^a	±0,23	1,14 ^a	±0,17	1,04 ^a	±0,08
% Cenizas	0,55 ^a	±0,09	0,64 ^a	±0,02	0,45 ^a	±0,06
% Carbohidratos	9,80 ^a	±0,90	10,48 ^a	±0,18	8,64 ^a	±2,04

Los valores presentados representan la media de cada parámetro.

Los valores con igual superíndice en la misma fila no son significativamente diferentes ($P \geq 0,05$)

Fuente: Agrolab, 2021

Los resultados del contenido de nutrientes en el suero salado de leche indican que en ninguno de los componentes existen diferencias estadísticamente significativas entre cada una de sus medias. Los parámetros de la composición del suero salado de leche son influenciados por varios factores como alimentación, genética, raza del animal y principalmente la región (Contero et al., 2021). Por esta razón los resultados en las 3 plantas son similares, ya que son tomadas en una misma ciudad. Aunque no existen investigaciones sobre la composición nutricional de este producto, se puede comparar con las características del suero dulce. El suero dulce que se obtiene de la elaboración de quesos tiene un porcentaje de proteína de 0,8 aproximadamente (Teniza, 2008), mientras que en las tres plantas se observa un valor superior. Al obtener estos resultados, se abre un panorama positivo, para el uso y desarrollo de nuevos productos utilizando el suero salado de leche, ya que actualmente este es considerado un residuo, al que no se le da ningún valor agregado.

4.1.2 Resultados del análisis de minerales

En la tabla 11 se observan los resultados de los promedios de los análisis de minerales de las muestras de las 3 plantas.

Tabla 11
Resultados de análisis de minerales

Parámetros	Planta 1		Planta 2		Planta 3	
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.
% N	0,17 ^a	±0,04	0,18 ^a	±0,03	0,16 ^a	±0,01
% P	0,21 ^a	±0,01	0,26 ^a	±0,04	0,20 ^a	±0,01
% K	0,04 ^a	±0,01	0,04 ^a	±0,01	0,03 ^a	±0,01
% Ca	0,17 ^a	±0,01	0,16 ^a	±0,01	0,15 ^a	±0,01
% Mg	0,01 ^a	±0,00	0,01 ^a	±0,00	0,01 ^a	±0,00
% S	0,00 ^a	±0,00	0,00 ^a	±0,00	0,00 ^a	±0,00
% Cu	0,95 ^a	±0,09	0,94 ^a	±0,06	0,78 ^a	±0,19
% Fe	2,52 ^a	±0,00	2,48 ^a	±0,66	2,07 ^a	±0,38
% Zn	0,31 ^a	±0,01	0,39 ^a	±0,01	0,29 ^a	±0,03
% Mn	0,71 ^a	±0,07	0,76 ^a	±0,02	0,64 ^a	±0,12

Los valores mostrados representan la media de cada parámetro.

Los valores con igual superíndice en la misma fila no son significativamente diferentes ($P \geq 0,05$)

Fuente: Agrolab, 2021

En los resultados del contenido de minerales en el suero salado de leche se observan que en ninguno de los minerales presentes existe una diferencia significativa. Las muestras presentan una cantidad rica en minerales en donde sobresalen el hierro, fósforo, cobre, manganeso, zinc, nitrógeno y calcio, en una menor proporción están el potasio, magnesio. El suero de leche cuenta con un gran perfil de minerales, incluso una proporción del 50% más de calcio que en la leche (*Principales Componentes Del Suero de Leche*, n.d.). Sin embargo, el porcentaje de calcio presente en el suero dulce es de 0,4 – 0,6 (Parra Huertas, 2009), esto señala que el calcio del suero salado es menor con un porcentaje máximo de 0,17%.

4.1.3 Resultados de análisis microbiológico

Para el análisis microbiológico se tomó una muestra al azar de cada una de las 3 plantas. En la tabla 12 se observan los resultados obtenidos. Se evidenció que los resultados se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma NTE INEN 2594 Suero de leche líquido. Al cumplir con los requisitos microbiológicos se considera que es seguro utilizar cualquiera de las muestras para la elaboración del producto, sin embargo, para ser usado como materia prima es necesario establecer un proceso de pasteurización, manipulación y recolección (De la Cruz González et al., 2018).

Tabla 12
Resultado análisis microbiológico

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO			MÁXIMO PERMISIBLE
		Planta 1	Planta 2	Planta 3	
Recuento de <i>Escherichia coli</i>	UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	<10
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos	UFC/g	7500	3900	2800	< 30000

<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	< 100
<i>Salmonella</i> / 25 g	--	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Fuente: Agrolab, 2021

4.1.4 Resultados de análisis de perfil de aminoácidos

El análisis del perfil de aminoácidos permite medir la calidad de un alimento, posteriormente esto es de gran utilidad para el desarrollo de nuevo productos (Rivera, 2012). A pesar de que en los resultados obtenidos de proteína no existieron diferencias significativas, se tomó la muestra de la planta 2 para analizar el perfil de aminoácidos, la misma que presentaba una ligera diferencia en sus valores con respecto a las otras plantas, en la tabla 13 se observan los resultados.

Tabla 13
Resultados de análisis de perfil de aminoácidos

PARÁMETROS	RESULTADO (%)
HISTIDINA	0,00
TREONINA	0,00
LEUCINA	0,00
ISOLEUCINA	0,00
FENILALANINA	0,00
METIONINA	0,02
ALANINA-TIROSINA	0,00
GLICINA	0,01
VALINA	0,02
SERINA	0,05
ARGININA	0,02
LISINA	0,02
TRIPTÓFANO	0,00
ASPÁRTICO-GLUTÁMICO	0,19

Fuente: Multianalityca, 2021

Se observa presencia de aminoácidos como metionina, glicina, valina, serina, arginina, lisina y en mayor concentración aspártico-glutámico, sin embargo, existe ausencia de otros aminoácidos esenciales como histidina, treonina, leucina, isoleucina, fenilalanina, alanina-tirosina, y triptófano los cuales representan un importante papel nutritivo, rico y balanceado para la industria alimentaria (Parra Huertas, 2009). La causa más frecuente de la pérdida de aminoácidos se produce durante el procesamiento de un alimento (Acevedo et al., 2018). Por otro lado, cuando el suero de leche tiende a acidificarse, como efecto negativo ocasiona que se modifiquen las propiedades de algunos aminoácidos (Fernanda et al., 2019).

4.2 Diseño del producto

Luego de analizar los diferentes resultados de las muestras de suero salado de leche y establecer que no existen diferencias significativas para escoger alguna de las opciones como materia prima del producto, se consideró el uso de la muestra de la planta 2, ya que tenía un nivel superior de proteína con respecto a las otras muestras.

4.2.1 Selección del producto

Inicialmente se realizó un brainstorming acerca de los diversos productos que se podían obtener utilizando el suero salado de leche, en la tabla 14 se observa las 30 alternativas planteadas.

Tabla 14
Lista de productos

BRAINSTORMING DE PRODUCTOS					
1	Bebidas refrescantes	11	Saborizantes	21	Mantequilla
2	Aderezos	12	Condimentos	22	Postres
3	Galletas	13	Helados	23	Suero en polvo
4	Queso ricota	14	Encurtidos	24	Biofertilizantes
5	Bombones	15	Mermeladas	25	Yogurt
6	Caramelos	16	Saborizantes	26	Resinas
7	Queso unttable	17	Condimentos	27	Sopas preparadas
8	Jabones	18	Alimento animal	28	Salsas
9	Pan	19	Bebidas energéticas	29	Embutidos
10	Productos para lactantes	20	Gelatinas	30	Medicamentos

Fuente: Autor

Luego, se evaluó cada producto en una matriz de factibilidad/impacto. Ajustándose a cada una de las variables se determinó que las tres mejores opciones eran las bebidas refrescantes, queso ricota y pan. En la figura 4.1 se observan los resultados.

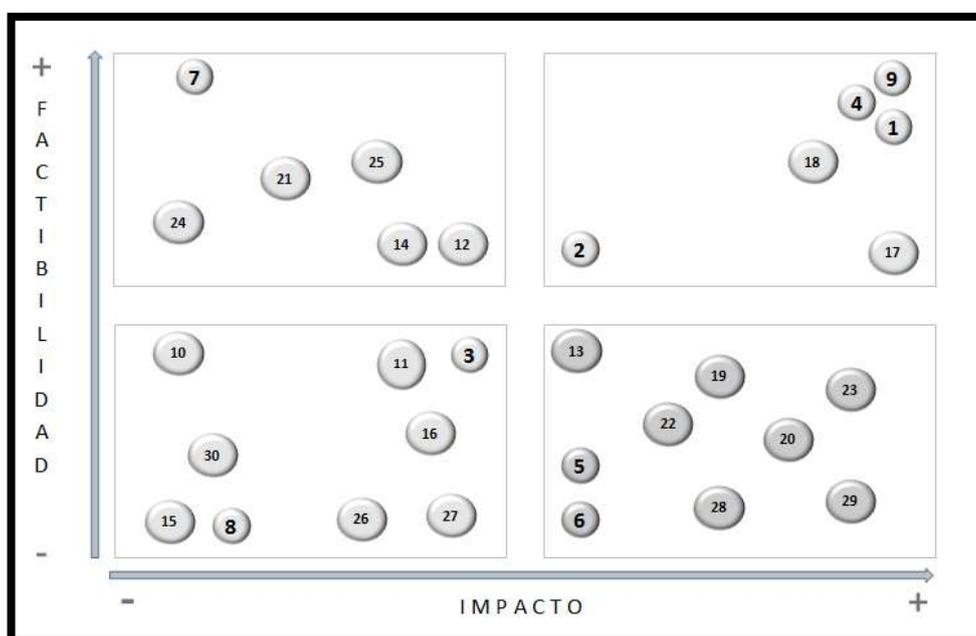


Figura 4.1 Matriz de factibilidad/impacto

Fuente: Autor

Finalmente, los 3 productos fueron sometidos a una selección mediante una matriz de decisión, en donde el pan alcanzó un puntaje mayor, esto se debe a que el mercado objetivo es mayor al de los otros productos, más del 80% de los ecuatorianos consumen pan diariamente, aunque nuestro país tiene un consumo per cápita menor a

lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud, llegando a 27 kg anuales (EC INEC, 2015). Los resultados se observan en la tabla 15.

Tabla 15
Matriz de decisión para los 3 mejores productos seleccionados

CRITERIO	Factibilidad tecnológica	Costos de Inversión	Cantidad de suero utilizado	Mercado objetivo	Puntuación
PRODUCTO					
Bebida refrescante	1	1	2	2	6
Pan	1	3	1	4	9
Queso ricota	2	1	1	3	7

Fuente: Autor

Basado en la escala de la matriz de decisión detallada previamente en el enunciado 3.2.1, se calificó a los 3 productos con mayor viabilidad para su fabricación, comercialización e incursión en el nuevo tipo de industria que no tiene relación con la que pertenecen actualmente las empresas productoras de queso artesanal

Las condiciones para calificar al pan con esta puntuación y posteriormente seleccionarlo son:

El pan fue calificado con la mayor puntuación en factibilidad tecnológica debido a la facilidad de alcance de equipos para su procesamiento, actualmente se pueden adquirir equipos de costo económico por su capacidad menor y tamaño, adecuados como para comenzar el proyecto.

Debido al criterio anterior, los costos de inversión no serían tan altos, se los podría financiar con créditos para emprendimientos o negocios nuevos demostrando la factibilidad de la elaboración del pan en una industria láctea, además de generar nuevas fuentes de empleo a personas con experiencia en panificación.

La cantidad de suero utilizado en un principio ocuparía una cantidad X de porcentaje de la receta (la misma que se determinará con los resultados del análisis sensorial), una vez elaborado el pan y distribuido al consumidor, se deberá realizar pruebas para incrementar esta cantidad sin que afecte de manera repentina a los atributos que el consumidor prefiera del producto.

En el mercado objetivo no se presentaría dificultad mayor para incursionar debido a que junto con la leche y sus derivados, el pan es un producto de primera necesidad, por lo tanto se podría aprovechar esta ventaja para llegar con mayor facilidad al consumidor del queso ofertado por la industria productora.

4.2.2 Formulación del producto

Según la información recolectada los principales ingredientes para la elaboración de un pan de molde son: harina, agua, azúcar, grasa, levadura y sal (Ambrosoni et al., 2018), de esta forma se establecieron los ingredientes fijos como harina (52,91%), levadura (2,28%), grasa (9,52%) y azúcar (5,29%), por otro lado reemplazamos el 30% de agua con suero salado de leche, estableciendo así los ingredientes variables. En el Anexo D se observa la tabla de formulaciones de los 3 tratamientos y en el Anexo D podemos ver las fotografías de los mismos.

4.2.3 Método Experimental

Los límites mínimos y máximos de los ingredientes que afectan directamente a la variable de respuesta se observan en la tabla 16.

Tabla 16
Límites mínimos y máximos de los factores

FACTOR	Nombre de factor	Límite mínimo	Límite máximo
A	Agua	0%	10%
B	Suero	20%	30%

Fuente: Autor

Las muestras fueron elaboradas según los tratamientos establecidos en el diseño factorial 3^k , en donde k es el número de factores, en este caso fueron 2. De este modo, se obtuvieron 3 fórmulas, donde se consideró al suero salado de leche y el agua como variables independientes y la aceptación del producto como variable de respuesta, como se detallan en la tabla 17.

Tabla 17
Aceptabilidad de fórmulas propuestas

# Tratamiento	Variables Independientes		Variable Dependiente	
	Agua	Suero salado	Aceptabilidad (Media)	Desv. Est.
1	0,10	0,20	4,07	±0,64
2	0,05	0,25	4,35	±0,92
3	0,00	0,30	3,90	±0,55

Fuente: Autor

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con el fin de establecer interacciones significativas entre la variable de respuesta y los factores. Como se observa en la figura 4.2 la aceptabilidad no fue estadísticamente significativa para determinar el mejor tratamiento ($p > 0,05$).

ANOVA; Var.:Aceptabilidad (Spreadsheet3)										
2 Factor mixture design; Mixture total=,3, 3 Runs										
Sequential fit of models of increasing complexity										
Model	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p	R-Sqr	R-Sqr Adjusted
Linear	0,039200	1	0,039200	0,064067	1	0,064067	0,611863	0,577410	0,379600	0,000000
Quadratic	0,064067	1	0,064067	0,000000	0	0,000000			1,000000	1,000000
Special Cubic	0,000000	0	0,000000	0,000000	0	0,000000			1,000000	1,000000
Total Adjusted	0,103267	2	0,051633							

Figura 4.2 Análisis de Varianza ANOVA

Fuente: Autor

En la figura 4.3 se puede observar el diagrama de Pareto, el cual se elaboró con base a los datos obtenidos en el ANOVA, este demuestra que en las variables independientes no existen diferencias significativas ($p > 0,05$).

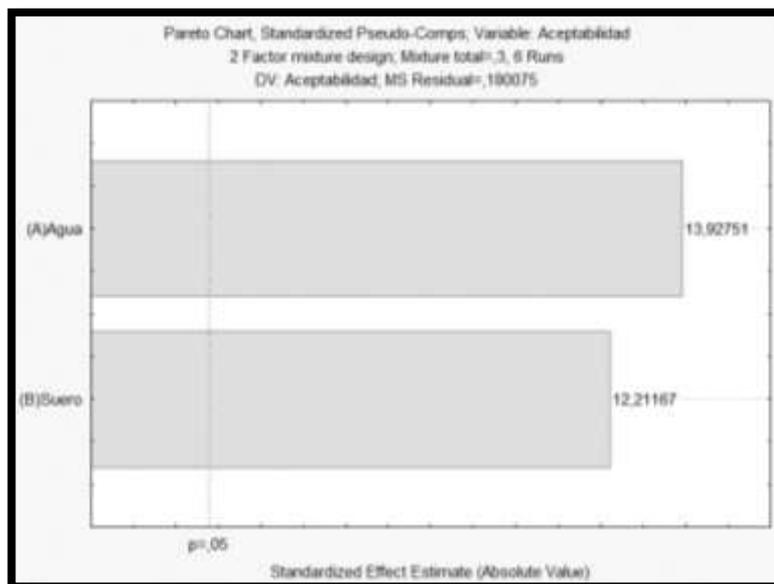


Figura 4.3 Diagrama de Pareto

Fuente: Autor

Se tabularon los resultados obtenidos de las pruebas de aceptabilidad tomando en cuenta las variables de apariencia, color, textura y sabor. Se realizó una prueba de normalidad de Anderson Darling a los datos obtenidos y se planteó las siguientes hipótesis:

H_0 = Los datos siguen una distribución normal.

H_a = Los datos no siguen una distribución normal

Los resultados se muestran en la tabla 18.

Tabla 18
Análisis de normalidad, Anderson Darling

Parámetro	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Apariencia	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Color	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Textura	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Sabor	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Fuente: Autor

Los resultados obtenidos indican que ninguna de las formulaciones sigue una distribución normal, por la tanto se rechaza la hipótesis nula. Por esta razón se aplica una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis donde se establece las siguientes hipótesis:

H_0 = las medianas de las 3 muestras analizadas son iguales.

H_a = las medianas de las 3 muestras analizadas no son iguales.

En la tabla 19 se observa los valores obtenidos en la prueba de Kruskal-Wallis.

Tabla 19
Prueba de Kruskal-Wallis

Parámetro	Valor p	Interpretación
Apariencia	0,003	Se rechaza H_0
Color	0,003	Se rechaza H_0
Textura	0,018	Se rechaza H_0
Sabor	0,209	No se rechaza H_0

Fuente: Autor

Los resultados obtenidos para la prueba no paramétrica en cada uno de los parámetros organolépticos indican que existen diferencias significativas en el caso de la apariencia, color y textura, sin embargo, en el sabor no existe diferencia entre las muestras analizadas, esto se debe a que la cantidad de sal presente en los 3 tratamientos, no hubo gran variación. Debido a que no se logra establecer el mejor tratamiento, se procede a realizar un gráfico de cajas por cada uno de los parámetros, los resultados se muestran en la figura 4.4.

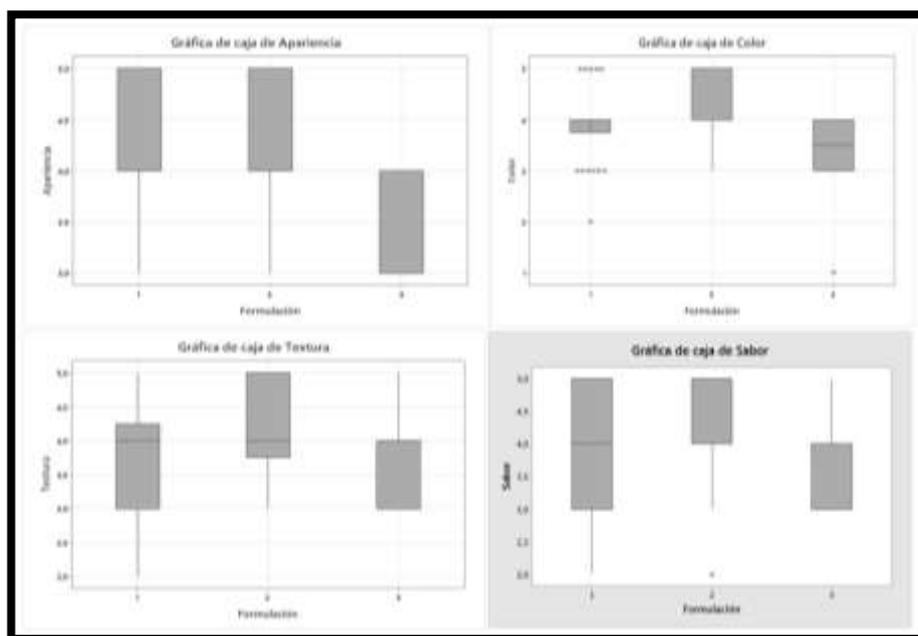


Figura 4.4 Gráfico de cajas

Fuente: Autor

En la gráfica de cajas se evaluó las características de los 3 tratamientos, de esta forma se observa que todos poseen una media de 4,0 lo que significa que el producto tiene un nivel de aceptabilidad de “me gusta moderadamente” en la escala hedónica utilizada en nuestro análisis. Sin embargo, en la formulación 1 y 3 con respecto al color se observan algunos valores atípicos, es decir que se encuentran por debajo de la media y en el parámetro de sabor solo se puede observar un valor atípico en la formulación 2. Además, se puede identificar una leve preferencia por la formulación 2 ya que los rangos en todos sus parámetros son de un límite superior de 5 y un límite inferior de 3.

Finalmente, se tomaron los datos de la encuesta realizada a los panelistas de la sección de preferencia de una formulación. Para interpretar estos resultados se realizó una prueba chi cuadrado de bondad y ajuste, datos que se observan en la tabla 20.

Tabla 20
Prueba chi cuadrado de bondad y ajuste. (Elaboración propia)

N	GL	Chi-cuad.	Valor p
30	2	0,8	0,67

Fuente: Autor

Los resultados indican que no existen diferencias significativas entre las 3 formulaciones ya que el valor p es 0,67. Sin embargo, existe una ligera preferencia por la formulación 2 ya que 12 panelistas optaron por este tratamiento, comentando que en características como color y sabor nuestro producto era similar a un pan de molde comercial, por otro lado, 10 panelistas optaron por la formulación 1 y 8 prefirieron la formulación 3 sin dejar algún comentario. En la figura 4.5 se observan estos resultados.

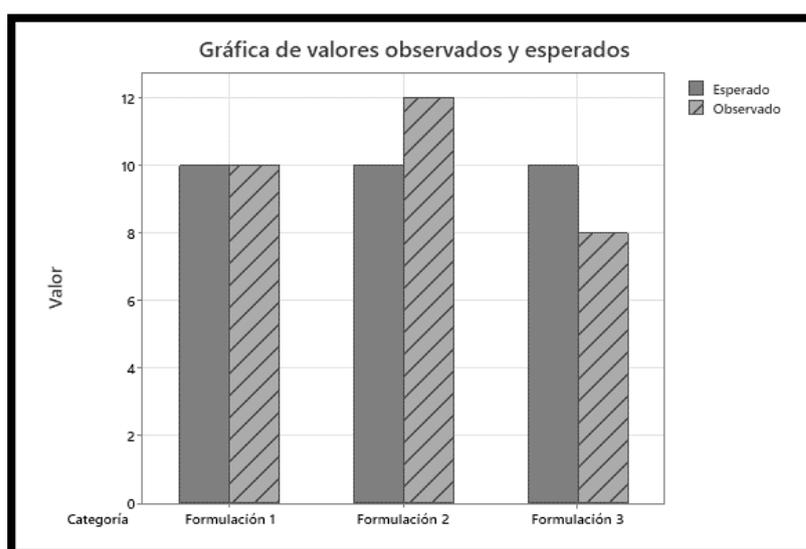


Figura 4.5 Gráfico de valores observados y esperados

Fuente: Autor

La formulación con mayor aceptabilidad por parte de los panelistas fue el segundo tratamiento; al usar el 25% de suero salado de leche y 5% de agua, ayuda a que la levadura pueda actuar con el agua, ya que si se mezcla directamente con el suero salado esta se destruiría y no permitiría obtener las características originales de un pan, como textura suave y a la vez crocante (Suárez-Machín et al., 2016), lo que ocurrió en la formulación 3; mientras que al usar menor cantidad de suero salado se pierde sabor por la cantidad de sal presente, como es el caso de la formulación 1. Por otra parte, el color de la formulación 3 fue muy oscura, al contener mayor cantidad de suero de leche, existe mayor cantidad de azúcares presentes en la mezcla, desencadenando un proceso de caramelización (Vega Castro et al., 2015). Los resultados de la encuesta se observan en el Anexo F.

4.2.4 Información nutricional

Para determinar el contenido nutricional del producto final, se realizó un balance de materia, utilizando la información obtenida en el análisis bromatológico del suero

salado de leche, la información del resto de los ingredientes se tomó de fuentes bibliográficas (INCAP, 2012). El balance de materia se puede observar en el Anexo G. Para elaborar la caracterización de la composición nutricional del producto final, se detalla el contenido de nutrientes en la tabla 21.

Tabla 21
Composición nutricional de los ingredientes del pan

Ingredientes	% Humedad	% Proteína	% Grasa	% Carbohidratos	% Ceniza	% Fibra
Harina de trigo	9,38	10,33	0,98	76,31	0,3	2,7
Suero salado	87,45	1,14	0,3	10,48	0,64	0
Agua	100	0	0	0	0	0
Grasa	0	0	100	0	0	0
Azúcar	0,2	0	0	99,8	0	0
Levadura	0,85	44	7	19	7,15	22

Fuente: Autor

El peso total de todos los ingredientes fue de 1890 gramos, al finalizar el proceso se obtuvo un pan de molde con un peso de 1691,55 gramos, es decir se obtuvo un rendimiento del 89,5%. En la tabla 22 se observa la composición nutricional del producto final.

Tabla 22
Composición nutricional del producto final. (Elaboración propia)

Componente	Cantidad (%)
Humedad	23,86
Proteína	7,54
Carbohidratos	54,42
Grasa	11,48
Fibra	0,54
Ceniza	2,16

Fuente: Autor

La norma NTE INEN 2945 señala que el máximo permisible de porcentaje de humedad en un pan es de 45%, de esta manera se comprueba que nuestro producto se encuentra dentro del rango permisible, por otra parte, un pan de molde cuenta con los siguientes porcentajes de: proteína 8%, grasa 5,2%, fibra 3,2%, carbohidratos 52% (Varela et al., 1998) y cenizas 1,6% (Yela, 2004), esto significa que el producto desarrollado tiene resultados similares en cuanto a proteína, misma que es el parámetro por el cual se eligió el suero salado de leche de la planta 2 para aplicarlo en el producto en experimentación, no obstante, se debe considerar que el valor obtenido de grasa es superior al de un pan ya establecido en el mercado, esto debido al tipo de grasa que se utilizó para la elaboración del producto, lo cual se debería mejorar.

4.3 Costos

Al establecer los costos de la elaboración del pan artesanal de molde, se tomó como referencia la siguiente información:

Se pretende elaborar 50 unidades diarias de 500 gramos cada una, al trabajar 20 días al mes se obtiene un total de 1000 unidades mensuales. Para realizar los cálculos de los costos de producción, se consideró 2 operarios para realizar este trabajo.

A fin de establecer la estimación del costo unitario de producción, se determinaron los rubros pertinentes de gastos activos, costos fijos y costos variables, los mismos que se encuentran en el Anexo H.

Se estableció un margen de ganancia del 30%, de esta forma se determinó que el P.V.P. es de \$ 2,22, precio superior al de un pan de molde en el mercado nacional de alrededor de \$1,75. En la tabla 23 se resumen los valores obtenidos.

Finalmente, se calculó el punto de equilibrio, lo que indicó que se requiere producir 221,95 unidades al mes para que el beneficio sea cero.

Tabla 23
Resumen de costos

Costos variables + Costos fijos (\$)	1.706,04
Unidades Elaboradas (Unidades/mes)	1.000,00
Costo Unitario de producción	1,71
Porcentaje de ganancia	30%
Precio de venta al público (P.V.P.)	2,22
Punto de equilibrio (Unidades/mes)	221,95

Fuente: Autor

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Se llevó a cabo la caracterización de los parámetros fisicoquímicos de tres muestras de suero salado de leche en tres diferentes plantas procesadoras de lácteos de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas las mismas que no presentaron diferencias significativas en sus resultados, debido a que por ser de una misma zona las condiciones son similares, esto hace que los nutrientes no varíen, sin embargo se optó por tomar como materia prima para la elaboración del producto la muestra de la planta 2, ya que el porcentaje de proteína fue de 1,14%, ligeramente mayor que en las otras muestras.
2. Se desarrolló un pan de molde utilizando ingredientes ya establecidos para la elaboración de este producto, añadiendo el suero salado de leche como parte de la formulación. Mediante un diseño factorial 3^k se obtuvo la siguiente formulación: 52,91% harina, 25% suero salado de leche, 5% agua, 2,28% levadura, 9,52% grasa y 5,29% azúcar. Además, gracias a la caracterización de suero de leche se determinó la composición nutricional del producto final mediante un balance de materia, al ser comparada con la norma NTE INEN 2945, se establece que el parámetro de humedad se encuentra dentro del rango y al comparar con otros estudios el porcentaje de proteína también es similar, sin embargo, el porcentaje de grasa es mayor.
3. Mediante un análisis de costos, se optó por realizar los cálculos con una base de 1000 unidades mensuales de pan, para iniciar con una ganancia del 30% a un valor de \$2,22 la unidad, aunque es superior al precio de un pan de molde del mercado actual \$1,75. El punto de equilibrio, es de 222 unidades para mantenerse ni en pérdida ni en ganancia.

5.2 Recomendaciones

1. Realizar un estudio de vida útil del producto ya que al incorporar un nuevo ingrediente a la formulación varía la vida de anaquel.
2. Capacitar al personal operativo en temas de inocuidad alimentaria buscando evitar la contaminación de los ingredientes afectando la calidad del producto a elaborar, además al implementar estos hábitos de higiene como normas frecuentes en los establecimientos de procesamiento de alimentos, se logrará obtener una cultura de inocuidad.
3. Desarrollar otros productos, utilizando como base los análisis obtenidos del suero salado de leche.
4. Utilizar el presente proyecto como referencia para el desarrollo de planes adecuados en el manejo beneficioso de ciertos desechos industriales que en la actualidad no cuentan con un destino específico y continúan representando un contaminante para el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- A. Romero Quintero, & Rico, J. H. (2011). Diseño de mezclas de hormigón por el método aci. 1–19.
- Acevedo, D., Martínez, J. D., & Gomes, E. L. (2018). Determinación de la Calidad Nutricional de Suero Costeño y Queso Costeño de Cabra usando Ratas Wistar (*Rattus norvegicus*). *Información Tecnológica*, 29(2), 215–224. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000200215>
- Alimentarius, C. (2008). Directrices para la validación de medidas de control de la inocuidad de los alimentos. 1–16.
- Alimentarius, C. (2018). Codex Alimentarius Norma De Grupo Para El Queso No Madurado, Incluido El Queso Fresco CXS 221-2001). *Nhk技研*, 151(2), 10–17.
- Araujo, A., Monsalve, L., & Andrés, Q. (2013). A provechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental Utilization of whey as a source of nutritional energy. *Revista de Investigación Agraria y Ambientak*, 4(2145–6097), 55–66.
- Archibald, A. (1999). Una Super Estrella En La Nutrición. 1–226.
- Arrondo, V. M. (2014). Chi cuadrado de Pearson para dos variables nominales Situación de partida. 1–7.
- Asas, C., Llanos, C., Matavaca, J., & Verdezoto, D. (2021). Whey: environmental impact, uses and applications via biotechnology mechanisms. *Agroindustrial Science*, 11(1), 105–116. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.13>
- Badui, S. (2006). Salvador Badui Dergal. In *Química de los alimentos*.
- Baró, L., Jiménez, J., Martínez-Férez, A., & Bouza, J. (2001). PÉPTIDOS Y PROTEÍNAS DE LA LECHE CON PROPIEDADES FUNCIONALES Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales Bioactive milk peptidos and proteins. *Ars Pharmaceutica*, 42, 3–4. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/ars/article/view/5691/13198>
- C. Ramírez-López*, J. F. V.-R., & . (2014). Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad. *Temas Selectos De Ingenieria De Alimentos*, 2, 18. <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TsIA-62Ramirez-Lopez-et-al-2012.pdf>
- Campaña, J., & Manzano, M. (2019). Universidad Técnica De Ambato. *Repo.Uta.Edu.Ec*, 130. <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>
- Castells, M. L., González, M., Mattos, C., Juliano, P., Mellinger, C., Sepulveda, J. U., Jorcín, S., Krolow, A. C., Di Risio, J., & López, T. (2017). Valorización del lactosuero. In *Alternativas de valorización de sueros de quesería*. <https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/lactosuero.pdf>
- Chacón, L., Chávez, A., Rentería, A., & Rodríguez, J. (2017). Probioticos: Relación Con La Salud Y Bioactividades. *Interciencia*, 42(November), 712–718. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33953499002>
- Clingingsmith, T. W. (1984). Series flow tandem fan: A high-speed V/STOL propulsion concept. *SAE Technical Papers*, 1–8. <https://doi.org/10.4271/841496>

- Cunningham, A. (2000). Optimización del rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de Quesería. 63–96.
- De la Cruz González, E. G., Aquino Ruíz, E. L., Rocha, D. A., & Bonifaz, N. F. (2018). Estudio de la calidad físicoquímica y microbiológica del lactosuero de queso fresco proveniente de queseras artesanales de Cayambe - Ecuador. *Sathiri*, 13(2), 178. <https://doi.org/10.32645/13906925.764>
- EC INEC. (2015). Revista de estadística y metodologías. *Revista de Estadística y Metodologías*, 1, 104.
- Fernanda, A., Griselda, M., Elena, F., Said, C., & Antonio, H. (2019). L-Arginina , Aspartato y Glutamato , y su relación con la reproducción de ovejas . Revisión L-Arginine , Aspartate and Glutamate , and their relationship with the ewes reproduction . Review INTRODUCCIÓN La actividad ovárica responde a la adecuada secreció. 9(1), 1–13.
- INEN. (2012). Instituto ecuatoriano de normalización- Norma Técnica Ecuatoriana. Leche Pasteurizada- Requisitos, 34, 2–7.
- Ledezma, Viera, P. y C. (n.d.). ENDURECIMIENTO Y COMO MODIFICADOR DEL COLOR EN LA ELABORACIÓN DE PAN BLANCO (TIPO FRANCES) Efect of the la adiction serum lactic retardant as hardened and any changes to color in the elaboration of white bread (type french).
- Londoño Ospina, M. (2006). Aprovechamiento del suero ácido de queso doble crema para la elaboración de quesillo utilizando tres métodos de complementación de acidez con tres ácidos orgánicos. *Perspectivas En Nutrición Humana*, 0(16), 11–20.
- Mazorra-Manzano, M. A., Ramírez-Montejo, H., Lugo-Sánchez, M. E., González-Córdova, A. F., & Vallejo-Córdova, B. (2019). Characterization of whey and whey cheese requesón from the production of asadero cheese (cooked cheese) Sonoran region. *Nova Scientia*, 11(23), 220–233.
- Murillo, J. S. (2019). Aplicación de un blend emulsificante en el desarrollo de una bebida láctea por medio del proceso UHT, con sustitución parcial de leche por suero dulce de leche. In *Ayaq* (Vol. 8, Issue 5).
- Palladino, A. C. (2011). Gráfico de caja. *Atención Primaria de Salud, Epidemiología e Informatica II*, 7–10.
- Pardillos, M. (2020). El mercado del queso en Ecuador. *España Exportacion e Inversiones*, 5. <http://ecuador.oficinascomerciales.es>
- París Ripoll, J. (2009). Universidad de Granada Facultad de Farmacia Departamento de Microbiología interés industrial a partir del lactosuero y permeatos ”.
- Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 62(1), 4967–4982. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472009000100021&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Pilco Lluilema, J. A. (2013). Utilización de pectina, gelatina y goma xantana en el manjar de leche a base de Lactosuero. 160.
- Pintor-Jardines, M. A., & Totosaus-Sánchez, A. (2013). ÁREA VI. BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS: REVISIÓN Functional properties of frozen dairy systems and their relation to ice cream texture: a review. 7(2), 56–61.

- Poveda E., E. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(4), 397–403. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182013000400011>.
- Principales componentes del suero de leche. (n.d.). Retrieved February 10, 2022, from <https://www.hsnstore.com/blog/nutricion/proteinas/principales-componentes-del-suero-de-leche/>
- Ramírez Navas, J. S. (2012). Aprovechamiento Industrial de Lactosuero Mediante Procesos Fermentativos. *Publicaciones e Investigación*, 6, 69. <https://doi.org/10.22490/25394088.1100>
- Restrepo, M. (2006). Cleaner Production in Food Industry. *Produccion, Mas Limpia*, 1(2), 87–101. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/217/1/PL_V1_N1_87_PL_INDUSTRIA_ALIMENTARIA.pdf
- Suárez-Machín, C., Garrido-Carralero, N. A., & Guevara-Rodríguez, C. A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Revista de Investigación*, 50(1), 20–28.
- Valencia, E., & Ramírez, L. (2009). La industria de la leche contaminación de agua.
- Villareal Arizpe, B. (2017). Desarrollo en planta piloto de una bebida de lacto suero y fruta natural para adultos mayores. 172.
- Zhang, H., Yu, D., Sun, J., Guo, H., Ding, Q., Liu, R., & Ren, F. (2014). Interaction of milk whey protein with common phenolic acids. *Journal of Molecular Structure*, 1058(1), 228–233. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2013.11.009>

ANEXOS

ANEXO A

ENCUESTA

EVALUACIÓN SENSORIAL

NOMBRE:

FECHA: Edad:

Sexo: M F.....

La presente encuesta está diseñada para determinar el nivel de satisfacción del nuevo producto "Pan artesanal de molde".

INSTRUCCIONES:

- Realice un enjuague bucal con agua antes de comenzar la prueba y entre la degustación de cada muestra
- Por favor deguste con paciencia las muestras en el orden señalado y registre sus percepciones, con la siguiente puntuación:

Escala Hedónica (Nivel de aceptabilidad)	Parámetros
Me gusta mucho	5
Me gusta moderadamente	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta levemente	2
No me gusta	1

CÓDIGO	APARIENCIA	COLOR	TEXTURA	SABOR	ACEPTABILIDAD
1					
2					
3					

- Según su criterio, ¿Cuál de las formulaciones es la de su preferencia? Marque con una X

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3

COMENTARIOS.....
.....
.....

¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

ANEXO B

RESULTADOS DE ANÁLISIS AGROLAB



RESULTADOS: ANÁLISIS DE BROMATOLÓGICO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. KATHERINE CHUCHUCA	Número Muestra:	7479 - 7480
		Fecha Ingreso:	18/11/2021
Tipo muestra:	SUERO DE LECHE	Impreso:	07/12/2021
Identificación:		Fecha entrega:	09/12/2021

	PLANTA 1		PLANTA 2		PLANTA 3	
	7479	7480	7481	7482	7483	7484
	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 1	LOTE 2
pH	6,28	6,09	6,31	6,30	6,47	6,41
% Acidez Titulable	0,07	0,12	0,08	0,08	0,08	0,08
% Humedad	89,03	87,40	87,18	87,71	90,90	88,05
% Materia Seca	10,97	12,60	12,82	12,29	10,10	11,95
% Grasa	0,40	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40
% Proteínas	0,92	1,25	1,26	1,02	1,10	0,98
% Cenizas	0,48	0,61	0,65	0,62	0,40	0,49


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB



Dirección:
 Calle Río Chanchira N° 603 y Zamora. (A dos cuadras
 de la Clínica Araujo margen izquierdo)
 Teléfono:
 2752-607

M&J

RESULTADOS: ANÁLISIS DE MINERALES

Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	Ing. KATHERINE CHUCHUCA	Número Muestra:	7479 - 7480
		Fecha Ingreso:	18/11/2021
Tipo muestra:	SUERO DE LECHE	Impreso:	07/12/2021
Identificación:		Fecha entrega:	09/12/2021

	PLANTA 1		PLANTA 2		PLANTA 3	
	7479	7480	7481	7482	7483	7484
	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 1	LOTE 2
% N	0,14	0,20	0,20	0,16	0,17	0,15
% P	0,20	0,21	0,28	0,23	0,19	0,21
% K	0,04	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03
% Ca	0,16	0,17	0,16	0,15	0,14	0,15
% Mg	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
% S	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% Cu	0,88	1,01	0,90	0,98	0,64	0,91
% Fe	2,52	2,52	2,95	2,01	1,80	2,34
% Zn	0,32	0,30	0,38	0,39	0,27	0,31
% Mn	0,66	0,76	0,77	0,74	0,55	0,72


Dra. Luz Maria Martinez
LABORATORISTA
AGROLAB



Dirección:
Calle Río Chumbira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono:
2752-607.

M&J

LABORATORIOS AGROLAB

INFORME DE ENSAYO N°-AGROLAB-772-11-2021

NOMBRE DEL CLIENTE:	Ing. KATHERINE CHUCHUCA
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Suero de leche
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	PLANTA 1
TIPO DE ENVASE:	Polietileno
MUESTREO:	Particular
CÓDIGO DE LABORATORIO:	772
FECHA DE RECEPCIÓN:	18/11/2021
FECHA DE EMISIÓN:	09/12/2021

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN SUERO DE LECHE

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	L. MÁXIMO PERMISIBLE*	METODO REFERENCIAL APLICADO
Recuento de Escherichia Coli.	u.f.c /g	ausencia	< 10	AOAC 991.14
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos	u.f.c /g	7500	30.000	AOAC 990.12
Staphylococcus aureus	u.f.c /g	ausencia	< 100	AOAC 2003.08
Salmonella /25 g	+/-	ausencia	ausencia	NTE INEN 1529-15

*: Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad tabla 2: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2594:2011

ATENTAMENTE


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



LABORATORIOS AGROLAB

INFORME DE ENSAYO N°-AGROLAB-773-11-2021

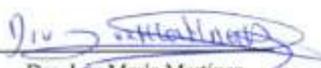
NOMBRE DEL CLIENTE:	Ing. KATHERINE CHUCHUCA
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Suero de leche
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	PLANTA 2
TIPO DE ENVASE:	Polietileno
MUESTREO:	Particular
CÓDIGO DE LABORATORIO:	773
FECHA DE RECEPCIÓN:	18/11/2021
FECHA DE EMISIÓN:	09/12/2021

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN SUERO DE LECHE

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	I. MAXIMO PERMISIBLE*	METODO REFERENCIAL APLICADO
Recuento de Escherichia Coli.	u.f.c /g	ausencia	< 10	AOAC 991.14
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos	u.f.c /g	3900	30.000	AOAC 990.12
Staphylococcus aureus	u.f.c /g	ausencia	< 100	AOAC 2003.08
Salmonella /25 g	+/-	ausencia	ausencia	NTE INEN 1529-15

*: Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad tabla 2: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2594:2011

ATENTAMENTE


Dra. Luz-Maria Martinez
LABORATORISTA
AGROLAB



NOMBRE DEL CLIENTE:	Ing. KATHERINE CHUCHUCA
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:	Suero de leche
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	PLANTA 3
TIPO DE ENVASE:	Polietileno
MUESTREO:	Particular
CÓDIGO DE LABORATORIO:	774
FECHA DE RECEPCIÓN:	18/11/2021
FECHA DE EMISIÓN:	09/12/2021

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN SUERO DE LECHE

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	I. MAXIMO PERMISIBLE*	METODO REFERENCIAL APLICADO
Recuento de Escherichia Coli.	u.f.c /g	ausencia	< 10	AOAC 991.14
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos	u.f.c /g	2800	30.000	AOAC 990.12
Staphylococcus aureus	u.f.c /g	ausencia	< 100	AOAC 2003.08
Salmonella /25 g	+/-	ausencia	ausencia	NTE INEN 1529-15

*: Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad tabla 2: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2594:2011

ATENTAMENTE


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



ANEXO C

RESULTADOS DE ANÁLISIS MULTIANALITYCA



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.57967a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ROMAN CAMILO
Dirección:	SANGOLQUI
Teléfono:	0958846664

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	SUERO SALADO		
Lote	---	Contenido Declarado:	1L
Fecha de Elaboración:	2021-11-25	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-11-25	Hora de Recepción:	14:25:45
Fecha de Análisis:	2021-12-03	Fecha de Emisión:	2021-12-08
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Líquido.	Conservación:	Refrigeración
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS INSTRUMENTAL

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
¹⁴ HISTIDINA	0.00	%	MIN-152	HPLC-UV
¹² TREONINA	0.00	%	MIN-152	HPLC-UV
¹⁴ LEUCINA	0.00	%	MIN-152	HPLC-UV
¹⁴ ISOLEUCINA	0.00	%	MIN-152	HPLC-UV
¹⁴ FENILALANINA	0.00	%	MIN-152	HPLC-UV
¹⁴ METIONINA	0.02	%	MIN-152	HPLC-UV
¹⁴ ALANINA-TIROSINA	0.00	%	MIN-152	HPLC-UV
¹⁴ GLICINA	0.01	%	MIN-152	HPLC-UV
¹⁴ VALINA	0.02	%	MIN-152	HPLC-UV
¹⁴ SERINA	0.05	%	MIN-152	HPLC-UV
¹⁴ ARGININA	0.02	%	MIN-152	HPLC-UV
¹⁴ LISINA	0.02	%	MIN-152	HPLC-UV
¹⁴ TRIPTOFANO	0.00	%	MIN-152	HPLC-UV
¹⁴ ASPARTICO-GLUTÁMICO	0.19	%	MIN-152	HPLC-UV



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
La concepcion - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Nota 1: *Los resultados / la información, no forman parte del alcance de acreditación de Multianalityca S.A., y fueron suministrados por N° SAE LEN 17-001, que no está acreditado para realizar dicha actividad.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



ANEXO D

CANTIDADES Y PORCENTAJES DE LOS TRATAMIENTOS

Ingredientes	Formulación 1		Formulación 2		Formulación 3	
	Cantidad (g)	Porcentaje %	Cantidad (g)	Porcentaje %	Cantidad (g)	Porcentaje %
Harina	1000,00	52,91	1000,00	52,91	1000,00	52,91
Suero salado de leche	378,00	20,00	472,50	25,00	567,00	30,00
Agua	189,00	10,00	94,50	5,00	0	0
Levadura	43,00	2,28	43,00	2,28	43,00	2,28
Grasa	180,00	9,52	180,00	9,52	180,00	9,52
Azúcar	100,00	5,29	100,00	5,29	100,00	5,29
TOTAL	1890,00	100,00	1890,00	100,00	1890,00	100,00

Fuente: Autor

ANEXO E

TRATAMIENTOS DE PAN DE MOLDE



↑
Tratamiento 1
20% suero - 10%
agua

↑
Tratamiento 2
25% suero - 5%
agua

↑
Tratamiento 3
30% suero - 0%
agua

Fuente: Autor

ANEXO F

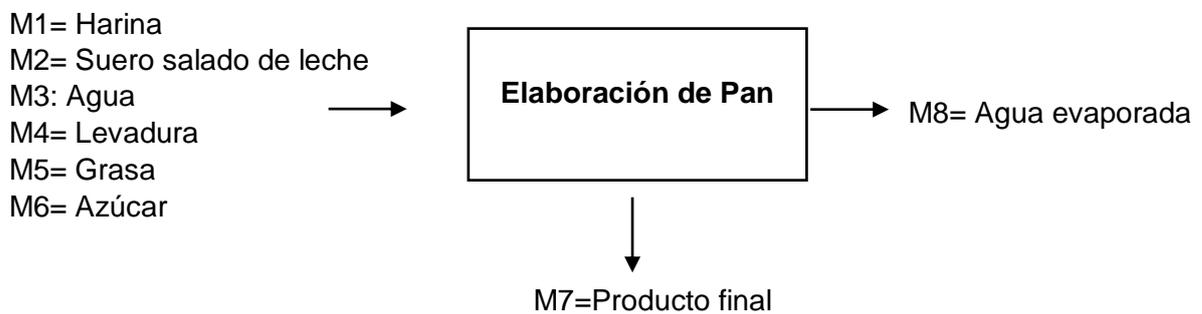
PROMEDIOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL EN LOS TRES TRATAMIENTOS

Atributo	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
APARIENCIA	4,07	4,23	3,60
COLOR	3,90	4,17	3,43
TEXTURA	3,90	4,17	3,57
SABOR	3,90	4,13	3,80

Fuente: Autor

ANEXO G

BALANCE DE MATERIA



$$M1 + M2 + M3 + M4 + M5 + M6 = M7 + M8$$

$$M8 = 1000,00 + 472,50 + 94,50 + 180,00 + 100,00 + 43,00 - 1691,55$$

$$M8 = 198,45 \text{ gramos de agua evaporada}$$

Balance parcial de % Proteína

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 = M7X7 + M8X8$$

$$M7X7 = M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 - M8X8$$

$$X7(M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 - M8X8)/M7$$

$$X7 \frac{(1000 * 10,33) + (472,5 * 1,14) + (94,5 * 0) + (180 * 0) + (100 * 0) + (43 * 44) - (198,45 * 0)}{1691,55}$$

$$X7 = 7,54\% \text{ proteína}$$

Balance parcial de % Carbohidratos

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 = M7X7 + M8X8$$

$$M7X7 = M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 - M8X8$$

$$X7(M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 - M8X8)/M7$$

$$X7 \frac{(1000 * 76,31) + (472,5 * 10,48) + (94,5 * 0) + (180 * 0) + (100 * 99,8) + (43 * 19) - (198,45 * 0)}{1691,55}$$

$$X7 = 54,42 \% \text{ Carbohidratos}$$

Balance parcial de % Grasa

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 = M7X7 + M8X8$$

$$M7X7 = M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 - M8X8$$

$$X7(M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 - M8X8)/M7$$

$$X7 \frac{(1000 * 0,98) + (472,5 * 0,30) + (94,5 * 0) + (180 * 100) + (100 * 0) + (43 * 7) - (198,45 * 0)}{1691,55}$$

$$X7 = 11,48 \% \text{ grasa}$$

Balance parcial de % Ceniza

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 = M7X7 + M8X8$$

$$M7X7 = M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 - M8X8$$

$$X7(M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 - M8X8)/M7$$

$$X7 \frac{(1000 * 0,3) + (472,5 * 0,64) + (94,5 * 0) + (180 * 0) + (100 * 0) + (43 * 7,15) - (198,45 * 0)}{1691,55}$$

$$X7 = 0,54 \% \text{ ceniza}$$

Balance parcial de % fibra

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 = M7X7 + M8X8$$

$$M7X7 = M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 - M8X8$$

$$X7(M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 - M8X8)/M7$$

$$X7 \frac{(1000 * 2,7) + (472,5 * 0) + (94,5 * 0) + (180 * 0) + (100 * 0) + (43 * 22) - (198,45 * 0)}{1691,55}$$

$$X7 = 2,16 \% \text{ fibra}$$

Balance parcial de % Humedad

$$M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 = M7X7 + M8X8$$

$$M7X7 = M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 - M8X8$$

$$X7(M1X1 + M2X2 + M3X3 + M4X4 + M5X5 + M6X6 - M8X8)/M7$$

$$X7 \frac{(1000 * 9,38) + (472,5 * 87,45) + (94,5 * 100) + (180 * 0) + (100 * 0,2) + (43 * 0,85) - (198,45 * 100)}{1691,55}$$

$$X7 = 23,86 \% \text{ humedad}$$

ANEXO H

COSTOS UNITARIOS DE PRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD MENSUAL	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Harina	libras	650,29	0,32	208,09
Suero salado de leche	litros	139,66	0,01	1,40
Agua	litros	27,93	0,01	0,28
Levadura	paquetes de 500 g	25,42	1,10	27,96
Grasa	kilos	53,21	1,75	93,11
Azúcar	libras	65,03	0,35	22,76
Etiqueta	unid	1000,00	0,05	50,00
Empaque	unid	1000,00	0,05	50,00
Cartón	unid	100,00	0,20	20,00
Subtotal 1				473,60

Fuente: Autor

SUELDOS

DESCRIPCIÓN	N°	SUELDO	DÉCIMO TERCERO	DÉCIMO CUARTO	APORTE SEGURO SOCIAL
Operarios	2	850,00	70,83	70,83	94,78
Subtotal 2					1086,44

Fuente: Autor

COSTOS FIJOS (GASTOS OPERATIVOS)

Costos fijos (Gastos Operativos mensuales)	
Descripción	Costo (\$)
Agua	45,00
Depreciación de equipos	56,00
Energía eléctrica	45,00
Total gasto operativo	146,00

Fuente: Autor

TOTAL COSTOS VARIABLES

Total Costos Variables	
Subtotal 1	473,60
Subtotal 2	1086,44
Total	1560,04

Fuente: Autor

GASTOS ACTIVOS DE PRODUCCIÓN

COSTOS FIJOS (DEPRECIACIÓN MENSUAL)						
Descripción	Unid	Precio unitario (\$)	Precio total (\$)	Años de vida útil	Depreciación anual (\$)	Depreciación mensual (\$)
Batidora	1	720,00	1,00	10,00	72,00	6,00
Amasadora	1	700,00	1,00	5,00	140,00	11,67
Horno industrial	1	2000,00	1,00	10,00	200,00	16,67
Balanza	1	150,00	1,00	2,00	75,00	6,25
Mesa de trabajo	1	500,00	1,00	10,00	50,00	4,17
Utensilios	1	270,00	1,00	2,00	135,00	11,25
Total depreciación mensual						56,00

Fuente: Autor