ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

"Determinación del mejor proceso de elaboración de dulce de leche a partir de la sustitución parcial o total de leche fresca por leche en polvo"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA DE ALIMENTOS

Presentada por:

Erika Paola Roca Castro

GUAYAQUIL-ECUADOR

Año: 2011

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermano, a mis tíos, al Ingeniero Patricio Cáceres director de esta tesis, a los docentes de la carrera de Ingeniería en Alimentos, y a todas las personas que colaboraron conmigo para el desarrollo de esta investigación.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios por ser la fuerza que me impulsó a continuar. A mis padres Irene y Ramón y a mi hermano Juan por estar a mi lado todos los días brindándome su apoyo constante y enseñándome a luchar para alcanzar mis metas.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

_____	_____
Ing. Francisco Andrade S. DECANO DE LA FIMCP PRESIDENTE	Ing. Patricio Cáceres. DIRECTOR DE TESIS

_____

Ing. Priscila Castillo S.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

_____

Erika Paola Roca Castro

RESUMEN

La presente investigación consistió en el desarrollo de la formulación y el diseño del proceso de un dulce de leche elaborado a partir de leche en polvo como materia prima.

Para algunas industrias pequeñas y medianas que transforman leche en productos lácteos, la disponibilidad de materia prima muchas veces representa un problema, así como su transporte, almacenamiento refrigerado y grado de confiabilidad; en cuanto a composición, higiene e índice de contaminación, tanto microbiológica, como química, esta última ocasionada principalmente por la presencia de residuos antibióticos en la leche.
Todos los factores antes mencionados impiden al pequeño y mediano productor llevar a cabo su proceso de manera constante, higiénica y segura, sin la posibilidad de optimizar espacio y costos de almacenamiento de materia prima.

El propósito de esta tesis fue determinar si en la elaboración de dulce de leche era posible la sustitución parcial o total de leche fresca por leche en polvo como materia prima para obtener un producto con características similares a las del dulce de leche tradicional y de esta manera proponer una

solución a algunos de los inconvenientes de los productores medianos y pequeños en cuanto a disponibilidad, confiabilidad, manejo y almacenamiento de la matera prima.

En la metodología lo primero que se realizó es una investigación bibliográfica profunda y un pequeño estudio de la demanda de dulce de leche en la ciudad de Guayaquil.

La sección de pruebas experimentales es la más extensa, y en su primera fase están la utilización y manejo del equipo analizador de leche y la estandarización de la leche reconstituida del polvo.

Después viene el diseño de experimento donde se determinaron tres variables: tipo de materia prima, cantidad de sólidos lácteos en el producto final y porcentaje de glucosa agregado.

Posteriormente se elaboraron veinte muestras distintas de dulce, algunas con leche fresca, otras con leche reconstituida y otras con la mezcla de ambas en una proporción de 50:50, su cantidad de sólidos lácteos también podía variar del 22 al 25% así como la glucosa agregada a la mezcla de azúcares que podía ser del 10 ó 20%.

Una vez concluida la etapa de elaboración se realizaron pruebas químicas y físicas de textura en las muestras, además de degustaciones y análisis sensoriales. Con los resultados de éstos últimos se hizo la recopilación y análisis de datos estadísticos.

Finalmente una vez que se obtuvo la muestra de dulce de leche más parecida al dulce de leche tradicional, se la tomó como base para la formulación y caracterización del nuevo producto, se diseñó el proceso, incluyendo sus condiciones, equipos requeridos, rendimientos y costo de producción. Adicionalmente se realizó un breve estudio del tiempo de vida útil y del envase a utilizarse.

Luego de haber culminado todas las fases antes mencionadas se concluyó que es posible reemplazar la leche fresca por la leche en polvo en la elaboración del dulce de leche, pero no en su totalidad. La materia prima deberá estar compuesta por el 50% de leche fresca y el 50% de leche en polvo reconstituida, la cantidad precisa de sólidos lácteos en el producto será del 24% y el porcentaje de glucosa agregado en la mezcla de azúcares del 10%.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESÚMEN…….II

ÍNDICE GENERAL……..III

SIMBOLOGÍA…..……IV

ÍNDICE DE FIGURAS……..V

ÍNDICE DE TABLAS…….....VI

GLOSARIO DE TÉRMINOS……..VII

INTRODUCCIÓN…….……1

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES:…….……..2

1.1 Planteamiento del problema…….……..2

1.1.1 Justificación…….…..…..4

1.2 Objetivos…….……6

.

1.2.1 Objetivo general…….……6

1.2.2 Objetivos específicos…….……6

1.3 Metodología……..……..8

1.4 Estructura de la tesis…….…..12

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO……..……15

2.1 Materia Prima.....15

2.1.1 Leche……..…15

2.1.1.1 Leche fresca……..……..….16

2.1.1.2 Leche en polvo……..…….…..…26

2.1.2 Azúcar……....34

2.1.3 Aditivos y auxiliares…….……...37

2.1.3.1 Legislación. …….…….45

2.2 Producto…….…….48

2.2.1 Tipos de dulce de leche…….…....49

2.2.2 Normas……..…..50

2.2.3 Análisis de la oferta y la demanda…….…...52

2.3 Proceso……..…....58

2.3.1 Tipos de procesos para la elaboración de dulce de leche……..…...58

2.3.2 Equipos……..……..62

2.4 Revisión de estudios similares…….……64

CAPÍTULO 3

3. PRUEBAS EXPERIMENTALES……...67

3.1 Estandarización de la materia prima……..……..……..67

3.1.1 Análisis físicos y químicos de la leche fresca……...74

3.1.2 Análisis físicos y químicos de la leche en polvo……...77

3.1.3 Determinación de los parámetros estándar que debe tener la materia prima……...80

3.2 Diseño del experimento……..…..99

3.2.1 Determinación de factores constantes y variables para la elaboración del dulce de leche…….……...99

3.2.2 Determinación de niveles de las variables……....106

3.2.3 Balances de materia y energía para determinar las cantidades óptimas de los ingredientes……..……109

3.3 Elaboración de muestras de dulce de leche reemplazando la leche en fresca por la leche en polvo en su totalidad y en otras muestras parcialmente……120

3.4 Análisis sensorial…….……...149

3.5 Análisis físico……..…..165

3.6 Análisis químico…….……181

3.7 Recopilación de datos estadísticos……..…194

CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO DEL PRODUCTO……..206

4.1 Análisis de resultados…….…..206

4.1.1 Resultados del análisis sensorial…….……206

4.1.2 Resultados del análisis físico……..……..208

4.1.3 Resultados del análisis químico…….…..210

4.2 Caracterización y formulación del producto……...212

4.3 Diseño del Proceso…….....215

4.3.1 Equipos…….....216

4.3.2 Montaje y funcionamiento del equipo analizador de leche……..……...…218

4.3.3 Descripción del proceso……..…..…....223

4.3.4 Determinación de las condiciones óptimas del proceso usando leche en polvo como materia prima……..……226

4.3.5 Lay out de la planta ……..……228

4.4 Rendimientos y análisis del costo de producción……..……..229

4.5 Envase y vida útil……...237

CAPÍTULO 5:

5.1 CONCLUSIONES……...240

5.2 RECOMENDACIONES……..245

APÉNDICES O ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

SIMBOLOGÍA

Ac	Ácido
Aw	Actividad de agua
AGSO	Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente
ANOVA	Análisis de varianza
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
ATECAL	Acidez titulable expresada como ácido láctico
°Brix, °Bx ó °B	Grados brix
Ca	Calcio
cal/g °C	Calorías por gramo grado centígrado
Cel/ml	Células por mililitro
°C	Grados centígrados
Cm	Centímetros
cm^3	Centímetros cúbicos
CAA	Código Alimentario Argentino
CODEX	Codex Alimentarius
CO_2	Dióxido de carbono
D	Precisión (Estadística)
°D	Grados Dornic
F	Distribución de Fisher
G	Grados de libertad
gr ó g	Gramos
gr/cm^3	Gramos por centímetro cúbico
Hz	Hercios
H	Horas
HP	Horse Power
HSD	Honestly significant diference
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
INTI	Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

K	Potasio
Kg	Kilogramos
Kg/cm^2	Kilogramos por centímetro cuadrado
Kg/m^3	Kilogramos por centímetro cúbico
Kw	Kilovatios
Kw/h	Kilovatio/hora
Lf	Leche fresca
Lr	Leche reconstituída
lts ó lt	Litros
lts/min	Litros por minuto
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
M	Metros
m^3	Metros cúbicos
mg	Miligramos
Min	Minutos
mJ	Milijoules
Ml	Mililitros
Mm	Milímetros
mm/s	Milímetros por segundo
MR1	Muestras Repetidas 1
N	Normalidad (Química)
N	Total de la población (Estadística)
n	Número de muestras (Estadística)
Na	Sodio
NOM	Norma Oficial Mexicana
P	Proporción esperada
PE	Polietileno
PEAD	Polietileno de alta densidad
PET	Polietilenterftalato
PP	Polipropileno
pH	Potencial hidrógeno
%p/p	% de peso de soluto/porcentaje de peso de solución
Psig	Pounds per square inch gauge
%	Porcentaje
Q	1-proporción esperada
R	Repetición (muestra)
R2	Repetición 2 (muestra)
“R”	Referencia (muestra)
SNF	Solids non fat
SNG	Sólidos no grasos
°T	Temperatura
Um	Micras

UFC/g	Unidades formadoras de colonias por gramo
UHC/ml	Unidades formadoras de colonias por mililitro
Vf	Volumen final
Vi	Volumen inicial
V	Voltios
Z^2	Nivel de seguridad

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Diagrama de la metodología de la tesis……..……..……...8

Figura 2. 1: Constituyentes de la leche..... 20
Figura 2. 2: Diagrma de flujo de la producción de leche entera en polvo 28
Figura 2. 3: Diagrama de flujo del sistema en paila para la elaboración del dulce de leche..... 59

Figura 3. 1: Metodología para la reconstitución de la materia prima..... 68
Figura 3. 2: Lactoscan o milkanalyzer..... 74
Figura 3. 3: Procedimiento general para la elaboración de muestras de dulce 85
Figura 3. 4: Marmita..... 92
Figura 3. 5: Implemento adaptado para la elaboración de muestas de dulce de leche 95
Figura 3. 6: Diagrma de flujo para la elaboración de dulce de leche con leche fresca (nivel industrial- sistema marmita)..... 100
Figura 3. 7: Diagrma de flujo para elaboración de dulce de leche con leche en polvo (nivel industrial- sistema marmita)..... 101
Figura 3. 8: diagrma general del proceo de elaboración de muestras de dulce de leche 123
Figura 3. 9: Primera parte del diagrama del proceso de elaboración de muestras de dulce de leche (a partir de leche en polvo)..... 124
Figura 3. 10: Primera parte del diagrma del proceso de elaboración de muestras de dulce de leche (a partir de la mezlca de leche fresca y leche en polvo) 125
Figura 3. 11: Texture Analyzer..... 168
Figura 3. 12: Comparación de las consistencias del yogurt bajo en grasa (1%) y del yogurt sin grasa (0,05%) 171
Figura 3. 13: Refractóemtro 182

Figura 4. 1: Diseño del procso para el desarrollo del producto 215
Figura 4. 2: Vista frontal del equipo analizador de leche 218
Figura 4. 3: Vista posterior del equipo analizador de leche 219
Figura 4. 4: Vista interior del equipo analizador de leche 221
Figura 4. 5: Plano de la planta industrial..... 228

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características físicas y químicas de la leche …….. 18
Tabla 2: Propiedades de la leche ……... 19
Tabla 3: Porcentaje de los componentes de la leche ……. 21
Tabla 4: Cantidad de azúcar a agregarse según composición de la leche …… 36
Tabla 5: Aditivos elegidos y cantidades máximas permitidas para la elaboración de muestras de dulce de leche en la fase de experimentación …… 48
Tabla 6: Principales marcas de dulce de leche en el mercado ecuatoriano…….. 53
Tabla 7: Sectores de Guayaquil donde se realizaron las encuestas de consumo de manjar de leche …….. 56
Tabla 8: Equipos industriales más comúnmente utilizados en la elaboración de dulce de leche…… 63
Tabla 9: Comparación de la composición de la leche en polvo según las normas CODEX e INEN…….. 70
Tabla 10: Composición de la leche entera en polvo “El Ordeño” (en teoría sin reconstituir)…… 70
Tabla 11: Características fisicoquímicas ideales de la leche fresca para la elaboración de dulce de leche según el protocolo de calidad del INTI …..... 72
Tabla 12: Características y composición de la leche apta para elaboración de dulce de leche según bibliografías …… 72
Tabla 13: Resultados obtenidos de los análisis en el lactoscan para leche cruda y leche envasada en tetra pack ……... 76
Tabla 14: Cantidades para la reconstitución de leche en polvo …… 78
Tabla 15: Resultados obtenidos de los análisis en el lactoscan de las diluciones de leche en polvo para estandarización de la materia prima……. 79
Tabla 16: Cantidad de azúcares añadidos en pruebas de dulce con 100% leche reconstituida al 14% ……..... 96
Tabla 17: Diferencias entre los procesos de elaboración de dulce de leche con leche fresca y con leche en polvo ……... 102
Tabla 18: Formulación del dulce de leche con leche fresca (base 100kg de leche ……..... 104
Tabla 19: Factores constantes y variables en la formulación de dulce de leche…..…….. 105
Tabla 20: Niveles de las variables para el diseño de experimento…… 106
Tabla 21: Valores de las codificaciones de las muestras ……..… 107

Tabla 22: Muestras a elaborarse según el diseño de experimento…… 108
Tabla 23: Composición fisicoquímica final de un dulce de leche …… 110
Tabla 24: Características de la leche fresca (datos para el ejemplo de balance de materia)…… 111

Tabla 25: Sólidos totales en función de la cantidad de leche a procesarse (datos para el ejemplo de balance de materia) ……... 112
Tabla 26: Balance de sólidos totales (ejemplo de balance de materia).. ……. 113
Tabla 27: Cantidad final de sólidos lácteos del dulce de leche (datos para el ejemplo de balance de materia)……. 114
Tabla 28: Cálculo de otros ingredientes en el dulce de leche (ejemplo de balance de materia)…….…….. 117
Tabla 29: Muestras elegidas para la repetición y mejoramiento luego de la primera degustación técnica ……. 135
Tabla 30: Atributos a evaluarse en la segunda degustación técnica…….. 143
Tabla 31: Características y codificaciones de las muestras MR1 para la segunda degustación técnica……. 144
Tabla 32: Valoración e interpretación de los atributos para la segunda degustación …… 145
Tabla 33: Ejemplo de tabla de resultados de degustación técnica por catador …… 146
Tabla 34: Resultados de la segunda degustación técnica …… 147
Tabla 35: Muestras elegidas en la segunda degustación técnica……. 148
Tabla 36: Muestras para la evaluación sensorial de aceptación …….. 150
Tabla 37: Atributos a considerarse en la evaluación de aceptación, sus escalas y ponderaciones…… 151
Tabla 38: Puntajes generales de las muestras en la evaluación sensorial de preferencia…….. 155
Tabla 39: Muestras para el segundo análisis sensorial……. 160
Tabla 40: Interpretación de las escalas de la evaluación sensorial de comparaciones múltiples……. 162
Tabla 41: Resultados de la evaluación sensorial de comparaciones múltiples (específica para la última pregunta del cuestionario) ……. 164
Tabla 42: Muestras de experimentación para análisis de textura …… 173
Tabla 43: Comportamiento de dureza y consistencia según la cantidad de sólidos lácteos…….. 175
Tabla 44: Comportamiento de dureza y consistencia según porcentaje de glucosa…… 176
Tabla 45: Orden de las muestras según comportamientos de dureza, consistencia y cohesividad …….. 178
Tabla 46: Comportamiento de cohesividad según cantidad de sólidos lácteos ……. 179

Tabla 47: Comportamiento de cohesividad según porcentaje de glucosa agregado……. 180

Tabla 48: Relación de grados brix respecto al tiempo y temperatura de concentración en el proceso de muestras MR1……. 187
Tabla: 49 Relación del cambio de color vs grados brix en el proceso de elaboración del dulce de leche……. 189
Tabla 50: Color final de las muestras, en relación a su formulación y grados brix finales…… 190
Tabla 51: Datos para el ANOVA de textura (evaluación de preferencia)..... 194
Tabla 52: Análisis de varianza de textura (evaluación de preferencia)…… 195
Tabla 53: Test de rangos múltiples para datos de textura (evaluación de preferencia)..…… 196
Tabla 54: Datos para el ANOVA de sabor (evaluación de preferencia)……. 197
Tabla 55: Análisis de varianza de sabor (evaluación de preferencia) .. 197
Tabla 56: Datos para el ANOVA de aroma (evaluación de preferencia)……. 198
Tabla 57: Análisis de varianza de aroma (evaluación de preferencia).. 198
Tabla 58: Datos para el ANOVA de untabilidad (evaluación de comparaciones múltiples)……. 200
Tabla 59: Análisis de varianza de untabilidad (evaluación de comparaciones múltiples) ……. 200
Tabla 60: Test de rangos múltiples para datos de untabilidad (evaluación de comparaciones múltiples)……. 201
Tabla 61: Datos para el ANOVA de grumosidad (evaluación de comparaciones múltiples) …… 203
Tabla 62: Análisis de varianza de grumosidad (evaluación de comparaciones múltiples ……..…… 203
Tabla 63: Datos para el ANOVA de dulzor (evaluación de comparaciones múltiples) …… 204
Tabla 64: Análisis de varianza de dulzor (evaluación de comparaciones múltiples…….. 204
Tabla 65: Resumen de resultados de los análisis sensoriales …… 207
Tabla 66: Resumen de resultados del análisis físico de textura de las muestras 241 y 341…….. 209
Tabla 67: Resultados del análisis de grados brix durante la etapa de almacenamiento de las muestras 241 y 341……. 210
Tabla 68: Características sensoriales del producto desarrollado ……. 213
Tabla 69: Características fisicoquímicas del producto desarrollado …. 213
Tabla 70: Formulación del producto desarrollado …… 214
Tabla 71: Equipos industriales para la elaboración del dulce de leche. 216

Tabla 72: Equipos y utensilios principales del laboratorio de calidad 217

Tabla 73: Condiciones óptimas del proceso del dulce de leche usando leche en polvo como materia prima 227
Tabla 74: Promedio de los rendimientos de las repeticiones de la muestra 341..... 229
Tabla 75: Promedio de los rendimientos de las repeticiones de la muestra 241..... 230
Tabla 76: Costos de producción por unidad 236

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Ambiente catalítico: Factores del medio en el cual una enzima tendrá acción catalítica sobre un sustrato, se refiere a pH, temperatura y tiempo de reacción.

Bacterias mesófilas: Microorganismos que tienen una temperatura óptima de crecimiento comprendida entre 20°C y 45°C.

Bacterias patógenas: Bacterias capaces de producir enfermedad o daño biológico a un huésped sensiblemente predispuesto.

Caseína: Fosfoproteína presente en la leche y en algunos de sus derivados.

Células somáticas: Células propias del organismo de la vaca que sirven como defensa en la glándula mamaria contra organismos patógenos.

Cristalización: Defecto que se produce en el dulce de leche por la formación de pequeños cristales de lactosa, que afectan su textura.

Ensayo de reductasa: Prueba que consiste en aplicarle a la leche cruda una solución de azul de metileno llevando a baño María por un tiempo determinado, teniendo en cuenta que entre mayor tiempo dure en ponerse totalmente blanca, la leche será de mejor calidad.

Emulsión globular: Fase de la leche donde se encuentran los glóbulos de grasa.

Fase hídrica: Fase de la leche compuesta por agua.

Fase micelar: Fase de la leche en la que las caseínas interaccionan formando una dispersión coloidal que consiste en partículas esféricas llamadas micelas.

Filante: Carácter ahilado al decantar o servir (ahilado: que forma hilos).

Hidrólisis de lactosa: Es la ruptura o disociación del disacárido lactosa en dos monosacáridos, glucosa y galactosa.

Mastitis: Es la enfermedad más común del ganado lechero. Causa inflamación de la glándula mamaria de las vacas por acción de bacterias u otros microorganismos.

Melanoidinas: Pigmentos que se generan al someter determinados alimentos a altas temperaturas. Se producen cuando una molécula de hidrato de carbono y un aminoácido reaccionan.

Reacción de Maillard: Conjunto de reacciones químicas que se producen entre las proteínas y los azúcares reductores en presencia de calor.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador existen fabricantes medianos y pequeños de productos lácteos, que al momento de adquirir la materia prima se enfrentan a inconvenientes como la disponibilidad y el grado de confiabilidad de la leche pura de vaca, además están la gran cantidad de espacio y altos costos de energía que suponen su almacenamiento. El tema de la presente investigación es "Determinación del mejor proceso de elaboración de dulce de leche a partir de la sustitución parcial o total de leche fresca por leche en polvo" y propone una opción para solucionar o mitigar de alguna manera estos problemas.

El objetivo central es conocer si es posible reemplazar la leche fresca por la leche en polvo como materia prima para fabricar un producto muy similar al dulce de leche tradicional elaborado con leche fresca.

Las principales herramientas que se han utilizado en esta tesis para cumplir el objetivo propuesto son la investigación bibliográfica, el diseño de experimentos, pruebas a nivel de laboratorio, un analizador de leche ultrasónico, técnicas de balance de materia, análisis físicos, químicos y sensoriales y por último métodos estadísticos.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Planteamiento del problema:

En la actualidad la industria láctea en el Ecuador genera aproximadamente 4’500.000 litros de leche diarios, con un excedente de más o menos 200.000 litros [1].

Sin embargo los pequeños industriales que procesan lácteos no siempre disponen de los medios para poder conservar la leche fresca que han adquirido, ya que sus costos de almacenamiento y refrigeración son elevados. Este problema no se presenta en las grandes industrias pues ellos sí poseen los recursos y la tecnología necesaria para asumir los costos que conlleva almacenar la leche fresca.

Por lo que se concluye que a pesar de que el Ecuador tiene un excedente en la producción de leche, la misma no siempre está

disponible para ciertos sectores industriales por lo general los pequeños y medianos.

Entre otros problemas que presenta la leche fresca sea nacional o importada están las adulteraciones y el grado de contaminación química y bacteriana que tiene debido a malas prácticas de ganadería y manufactura.

Los principales microorganismos que afectan la calidad higiénica de la leche son micrococcus, pseudomonas, coliformes y esporulados y pueden estar presentes debido a dos motivos, el primero es causado por las enfermedades que padece la vaca como la mastitis y la tuberculosis, y el otro es originado por la mala manipulación especialmente durante el ordeñe mecánico y el incorrecto almacenamiento de este producto con muy poca higiene y a temperatura ambiente [2].

La presencia de residuos de antibióticos es una de las causas más comunes de contaminación química en la leche, que además de traer pérdidas al sector industrial, suponen un riesgo para la salud del consumidor presentando efectos tóxicos y alteraciones de la flora intestinal [3].

Debido a todos éstos inconvenientes la industria láctea ecuatoriana y la AGSO (Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente) se han preocupado por aprovechar de mejor manera la producción de leche, organizando a los productores de tal manera que se eviten los desperdicios y todo excedente se convierta en leche en polvo. Así se generan fuentes de empleo, se promueve la producción de leche de origen ecuatoriano y se evitan las importaciones de dudosa procedencia. [4], [5], [6].

1.1.1. Justificación:

La solución que plantea la presente tesis es aprovechar la leche en polvo de alta calidad de que se produce en el país en la elaboración de dulce de leche, beneficiando así a los pequeños productores e industriales y solucionando algunos de sus inconvenientes al momento de adquirir una materia prima de calidad para la elaboración de sus productos.

A continuación se analizará detalladamente los beneficios de la solución planteada:

El primero y más importante es la disponibilidad de la leche en polvo, su fácil manipulación y almacenamiento. Mientras más humedad o agua libre exista en un alimento, es más difícil su conservación, su protección contra la contaminación microbiana y menor su tiempo de vida útil. La leche en polvo es deshidratada por lo tanto no necesita refrigeración para su conservación, su tiempo de vida útil es de aproximadamente un año y su manipulación mucho más fácil, ahorrando espacio y dinero en su almacenamiento.

El segundo motivo es la higiene, es mucho más difícil que la leche en polvo sea adulterada o contaminada por su bajo nivel de humedad.

El tercer motivo es el beneficio que trae al sector ganadero del país, se aprovecha algo que podría ser desperdiciado y se genera trabajo, tanto para los productores de leche como para los industriales. Empezando por la creación de microempresas que den un mayor valor agregado a la producción de leche en polvo, industrializándola y transformándola en productos lácteos para posteriormente pensar en la posibilidad de fabricarlos a

gran escala y exportados como tales, no solo como materia prima.

1.2. Objetivos:

1.2.1. Objetivo general:

Determinar si en la elaboración de dulce de leche es posible la sustitución parcial o total de leche fresca por leche en polvo como materia prima para obtener un producto con características similares a las del dulce de leche elaborado tradicionalmente, beneficiando de esta manera a los pequeños productores en cuanto a disponibilidad y confiabilidad de materia prima así como en el ahorro en costos de producción para una mejor industrialización de este producto.

1.2.2. Objetivos Específicos:

- Analizar cuál es la mejor formulación para elaborar un dulce de leche a base de leche en polvo, calculando las cantidades óptimas de los ingredientes y aditivos así como la correcta estandarización de la leche reconstituida.

- Identificar y analizar las diferencias reales, físicas, químicas y organolépticas entre un dulce elaborado con leche en polvo y uno tradicional con el fin de minimizarlas mediante la elaboración de muestras cada vez más similares, sustituyendo total o parcialmente leche fresca por leche en polvo.

- Determinar el proceso de elaboración a nivel industrial de un dulce de leche elaborado a partir de leche en polvo, sus condiciones óptimas y los equipos necesarios para su fabricación.

- Calcular el costo de producción del dulce de leche elaborado con leche en polvo como materia prima.

1.3 .Metodología:

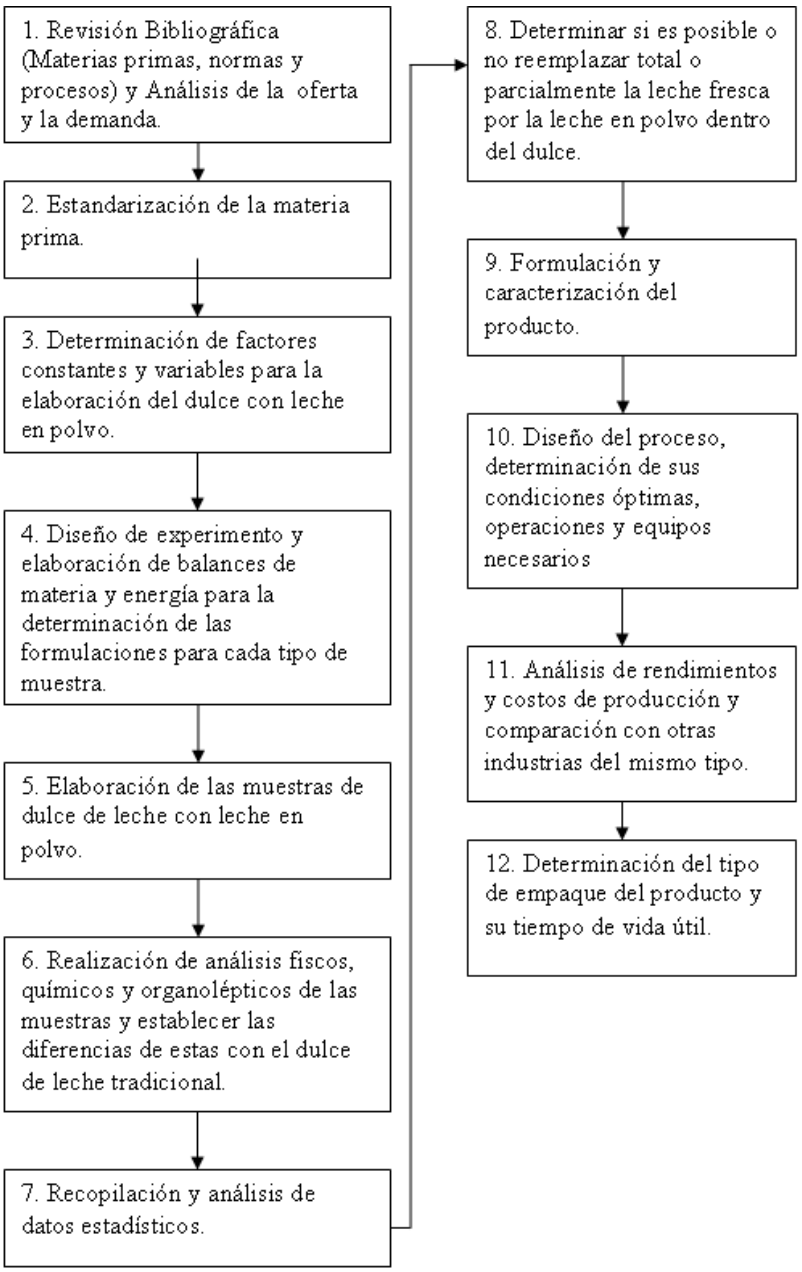


FIGURA 1.1 DIAGRAMA DE LA METODOLOGÍA DE LA TESIS.
Elaborada por: Erika Roca (2009)

La metodología de la tesis está diagramada en la figura 1.1 y se detalla a continuación:

La etapa uno es el marco teórico de la tesis, aquí se obtiene información a cerca de la materia prima y componentes del dulce de leche, los procesos y los equipos necesarios para su elaboración. Además se realizará un pequeño estudio de la demanda, usando encuestas y herramientas estadísticas. En la revisión bibliográfica se utilizarán libros, revistas, artículos disponibles, recursos de Internet e información de visitas técnicas a algunas fábricas.

La etapa dos ya es parte de la fase experimental y comprende la estandarización de la materia prima mediante el análisis físico-químico tanto de la leche fresca que es la que sustituiremos, como de la leche en polvo reconstituida que es la que se desea utilizar. Al final se determinan (según los resultados de los análisis) los parámetros estándar que debe tener la leche reconstituida para que sea adecuada como materia prima para elaborar dulce de leche. Esta etapa como todas las de experimentación se realizarán en el laboratorio de investigación y desarrollo de la FIMCP, y para las pruebas fisicoquímicas se utilizará el equipo analizador de leche o "Lactoscan".

La etapa tres específicamente se dedica al diseño del experimento, primero se determinan los factores constantes en el proceso de elaboración del dulce de leche y luego se establecen las variables y sus respectivos niveles.

La etapa cuatro también es parte del diseño del experimento, aquí se determinarán las cantidades de ingredientes y aditivos que se deban usar en la elaboración del dulce de leche con ayuda de cálculos de balance de materia y energía, aplicando el software Excel para hacerlo más eficientemente.

La etapa cinco comprende la elaboración de las muestras de dulce de leche reemplazando la leche fresca por la leche en polvo, en algunas muestras totalmente y en otras parcialmente con el objetivo de escoger las mejores y someterlas a los análisis de la siguiente etapa.

La etapa seis es una de las más importantes ya que esta ayudará a determinar la aplicación del presente trabajo de tesis. En ella se realizarán los análisis físicos, químicos y sensoriales de las muestras de dulce elaborado con leche en polvo total o parcialmente, para

luego hacer una comparación con el dulce de leche tradicional elaborado con leche fresca. Todo esto con el fin de buscar la mayor cantidad de similitudes entre ambos.

En la etapa siete se recopilan los datos de los análisis realizados en la etapa seis y con ayuda de métodos estadísticos se los organiza y analiza.

En la etapa ocho finalmente se determina si es posible la sustitución parcial o total de la leche en polvo por la leche fresca en la elaboración del dulce; esto será posible siempre y cuando los resultados muestren que los manjares son muy similares entre sí a nivel sensorial, más que a nivel químico y físico.

La etapa nueve ya implica la formulación y caracterización del producto, se escoge la muestra de dulce de leche con leche en polvo más similar a la de dulce con leche fresca y se desarrolla la fórmula del producto para luego proyectarlo a nivel industrial.

La etapa diez es básicamente el diseño del proceso, en el se determinan las condiciones óptimas del mismo, sus operaciones y equipos necesarios. Ésta etapa se llevará a cabo basándose en la

experimentación y haciendo uso de técnicas de escalado y de diseño y operación de planta.

En la etapa once se realizará un análisis de rendimiento y se obtendrán los costos de producción a nivel industrial para elaborar dulce de leche con leche en polvo. Luego se calculará su precio aproximado y se lo comparará con otros precios de dulces de leche existentes en el mercado.

En la etapa doce se tratará uno de los puntos más importantes para la conservación del producto, su tipo de empaque, el mismo que es un factor determinante en su tiempo de vida útil que será también analizado en esta tesis.

1.4. Estructura de la tesis:

El capítulo uno se llama “Generalidades” y en él se incluyen: el planteamiento del problema, la justificación, objetivos (general y específicos), metodología y estructura de la tesis.

El capítulo dos se llama “Marco Teórico” y comprende: materia prima (leche, leche fresca. y leche en polvo, azúcar, aditivos y auxiliares y

su legislación), producto (tipos de dulce de leche, normas, análisis de la oferta y la demanda), proceso (tipos de procesos para la elaboración de dulce de leche y equipos), por último hay una revisión de estudios similares.

El capítulo tres se llama “Pruebas experimentales”: y comprende: estandarización de la materia prima, diseño del experimento, determinación de factores constantes y variables para la elaboración del dulce, determinación de las variables y sus niveles , balances de materia para determinar las cantidades óptimas de los ingredientes, elaboración de muestras de dulce de leche reemplazando la leche fresca por la leche en polvo en su totalidad y en otras muestras parcialmente, análisis (sensorial, físico y químico) y recopilación de datos estadísticos.

El capítulo cuatro se llama “Desarrollo del producto” y en él se incluye: análisis de resultados, caracterización y formulación del producto, diseño del proceso, equipos, montaje y funcionamiento del equipo analizador de leche, descripción del proceso, determinación de las condiciones óptimas del proceso usando leche en polvo como materia prima, lay out de la planta, rendimientos y análisis del costo de producción, envase y vida útil.

Finalmente en el capítulo cinco se encuentran las conclusiones y recomendaciones del trabajo de tesis.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Materia Prima

2.1.1. Leche

La leche es el producto natural secretado por las glándulas mamarias de vacas sanas, íntegro, de aspecto normal, sin ningún tipo de adición o extracción, no contiene calostro, y es obtenido por el ordeño higiénico, regular y completo 15 días antes y tres días después del parto [7], [8] .

Tipos de leche:

En esta sección se definirá a aquellos que guardan alguna relación con este trabajo de investigación.

Leche entera: Es aquella que mantiene sus componentes originales.

Leche cruda: Es la leche entera que no ha sido sometida a ningún tratamiento térmico.

Leche reconstituida: Es el producto que resulta de mezclar leche entera en polvo con agua potable en tal proporción que se asemeje a la composición normal de la leche.

Leche recombinada: Es el producto que resulta de la mezcla de leche reconstituida con leche entera.

Leche adulterada: Es aquella a la que se le han añadido o sustraído alguno de sus elementos. También se conoce como leche adulterada a aquella que contiene sustancias dañinas o tóxicas en cantidades que pueden afectar la salud del consumidor.

Leche en polvo: Es la porción que queda de la leche entera o descremada, después de haberle quitado el agua hasta dejarla con una humedad del 2% [8].

2.1.1.1. Leche fresca

Características generales de la leche fresca:

La leche deberá tener un aspecto normal, limpia y libre de calostro, preservantes, antibióticos, colorantes, materias extrañas y sabores u olores inusuales.

La leche se obtendrá de vacas sanas, libres de toda enfermedad infecto-contagiosa como mastitis, tuberculosis y brucelosis.

Su composición y propiedades físicas varían de una especie a otra en función de las necesidades nutricionales de sus crías.

En su mayor parte la leche está formada de agua y contiene cantidades variables de lípidos, proteínas y carbohidratos según las especies. Todos estos compuestos se sintetizan en las glándulas mamarias. Además en su composición se puede encontrar pequeñas cantidades de minerales, y vitaminas lipo e hidro solubles [8] y [9].

TABLA 1

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA LECHE (1)

Materia grasa, mínimo	**3,5%**
Sólidos totales, mínimo	**12%**
Acidez, máximo	**0,18%**
Proteínas mínimo	**3%**
Cenizas máximo	**0,8%**
Ensayo de Reductasa, mínimo*	
a. Leche para consumo directo	**6.5 h**
b. Leche para ser pasteurizada	**4 h**
Sedimento en 473 cm3 de leche	**2 mg**
Punto de congelación, debajo de	**-0,53º C**

* **Ensayo de reductasa: La prueba de reductasa consiste en aplicarle a la leche cruda una solución de azul de metileno llevando a baño María por un tiempo determinado teniendo en cuenta que entre mayor tiempo dure en ponerse totalmente blanca, la leche será de mejor calidad.**

Fuente: [8] Revilla. A. *Tecnología de la leche,* 2000.

Propiedades de la leche:

Todas las propiedades fisicoquímicas de la leche están determinadas por sus componentes, por lo tanto si hay un proceso u operación que los altere se reflejará en ella.

TABLA 2

PROPIEDADES DE LA LECHE (2)

Propiedad :	
Sabor	Ligeramente dulce
Olor	Leve olor al ambiente donde ésta fue obtenida
Color	Blanco, ligeramente amarillo y opaco.
Viscosidad	2.2 centipoises a 20°c en la leche entera
Calor específico	Varía según la temperatura pero en promedio es de 0,92 a 0,94 cal/g ° C.
Punto de congelación	Aproximadamente es de -0,54, pero puede variar entre -0,53 y -0,57°C
Gravedad específica	Entre 1,030 hasta 1,033
Ph	Por lo general varía entre 6,5 y 6,7.
Acidez en % de ácido láctico	En promedio va desde 0,14 a 0, 20% de acidez titulable.

Elaborada por: Erika Roca (2009), basada en [8].

Composición de la leche:

La leche es considerada un compuesto heterogéneo pero sus constituyentes pueden ser agrupados en tres fases homogéneas: la fase hídrica o solución, la fase micelar o suspensión de la caseína y la fase grasa o emulsión globular [8].

Los constituyentes de la leche pueden agruparse de la siguiente manera:

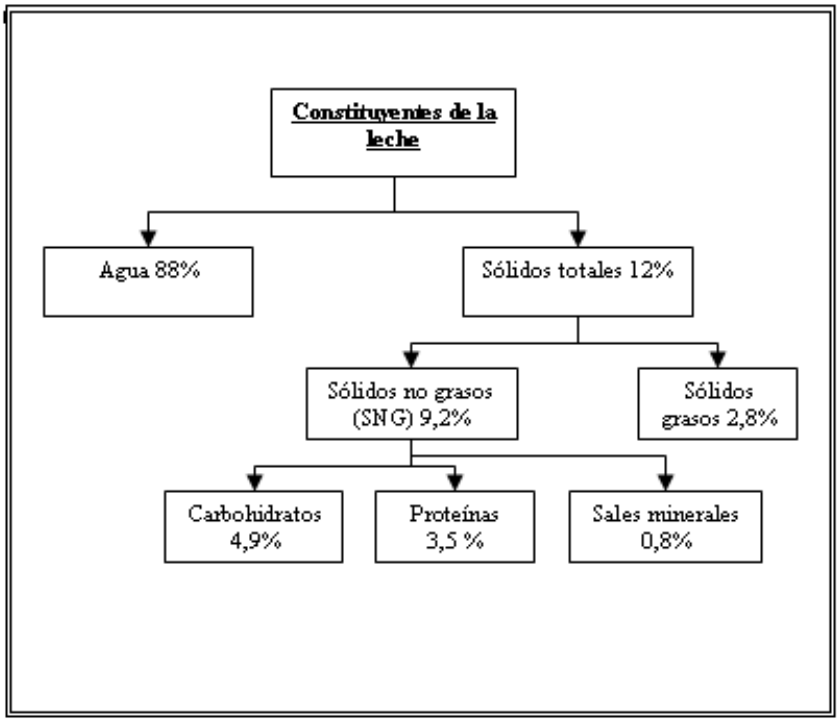


FIGURA 2.1 CONSTITUYENTES DE LA LECHE.
Fuente: [8] Revilla. A. *Tecnología de la leche,* 2000.

TABLA 3

PORCENTAJE DE LOS COMPONENTES DE LA LECHE (3)

Componentes	Rango	Promedio
Agua	79- 90.5	87
Lactosa	3.5- 6	4.9
Grasa	2.2-8	3.9
Proteína	2.7- 4.8	3.5
Sales minerales	0.8-0.9	0.8

Fuente: [8] Revilla. A. *Tecnología de la leche.* 2000.

Además de los componentes ya mencionados la leche contiene vitaminas liposolubles como A, D, E y K, e hidrosolubles B1, B2, B6 y B12, C, ácido pantoténico, niacina, biotina y ácido fólico [8] [9].

La urea es también un compuesto importante, ya que contribuye con la estabilidad térmica de la leche [9].

Las enzimas presentes son aproximadamente 50 y aunque se encuentren en pequeñas cantidades algunas tienen importancia en la estabilidad de la leche durante el procesado y el almacenamiento [9]. En la industria láctea son importantes porque forman parte de compuestos bactericidas, provocan degradaciones en

los productos y también sirven como índices de control de algunos procesos [8].

Sustancias Peligrosas en la leche:

Es de suma importancia tratar éste tema dentro del marco teórico de la tesis, ya que uno de los principales problemas que tienen los pequeños y grandes industriales es dentro de la etapa de recepción de leche y si la misma está contaminada al momento de industrializarla se causarán inconvenientes desde tres puntos de vista, el de inocuidad, el económico y el tecnológico.

Antibióticos y otras sustancias antimicrobianas: Se utilizan como herramientas de control y erradicación de numerosas enfermedades infecciosas de origen bacteriano en las vacas, por lo general mastitis. [3], [9], [10]. Llegan a la leche por vías como: intramamaria, oral, intramuscular o intrauterina [9], [11].

Los residuos de los antibióticos son los que quedan en pequeñas concentraciones luego de los tratamientos y persisten en la leche dependiendo de: la clase de antibiótico empleado, su concentración, formulación y vía de administración [11]. Causan problemas de salud pública como las alergias y se cree que algunos son cancerígenos y mutagénicos [3], [9], [11].

Desde el punto de vista tecnológico los residuos de antibióticos en la leche ocasionan pérdidas a la industria lechera, ya que en la elaboración de productos derivados como queso y yogurt se necesita desarrollar cultivos iniciadores de flora ácido láctica, la cual es inhibida por la presencia de concentraciones pequeñas de antibióticos y sulfas.

Las industrias realizan controles rutinarios internos para separar la leche contaminada con el fin de no destinarla a la elaboración de los productos ya mencionados [3], [9].

Microbiología de la leche:

Es importante conocer de manera general la microbiología de la leche, ya que de esta depende su aceptación o rechazo en las industrias para su procesamiento y utilización como materia prima en la elaboración de nuevos productos.

En la leche cruda existen una gran cantidad de bacterias que pueden provenir de distintas fuentes, algunas están presentes de manera natural en la flora de la ubre, mientras que otras se incluyen a lo largo del ordeño y recogida de la leche (ver anexo 1).

Algunos microorganismos son inofensivos pero otros son patógenos, (ver anexo 2) el desarrollo de éstos últimos depende mucho de la temperatura por lo que es necesario conservar la leche cruda a menos de 4°C, y luego pasteurizarla [12].

Existen otras bacterias que son alterantes, (ver anexo 3) por lo general pertenecen al grupo de las mesófilas [9]. Y por último están los microorganismos que sirven para la elaboración de productos lácteos fermentados,

sin embargo estos no son relevantes dentro de esta investigación.

Pruebas de calidad de la leche:

Los análisis que se hacen en la leche son útiles para establecer su composición, grado higiénico, microbiología y capacidad de conservación. Los principales se detallan en el anexo 4.

De manera general la calidad de la leche está determinada por:

- Características físicas y de composición.
- Conteo de bacterias: < 100.000 UFC/ml.
- Células somáticas: < 400.00 cel/ml.
- Contaminantes químicos: Antibióticos, hormonas.
- Adulteraciones por agregado de agua [2].

En la mayoría de los países del mundo existen varias normativas para determinar los requisitos de calidad que debe tener la leche de vaca, en el país el Instituto

Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN) es el responsable ésta tarea.

La norma de la leche para consumo humano y como producto intermedio para la elaboración de productos derivados es:

NTE INEN 9: 2008 Cuarta Revisión "LECHE CRUDA REQUISITOS". En esta norma se encuentran requisitos específicos de: calidad organoléptica, microbiológica y fisicoquímica. También sobre límites de contaminantes [13].

2.1.1.2. Leche en polvo.

Es la porción que queda de la leche entera o descremada después de haberle quitado el agua, hasta dejarla cerca del 2% del producto. Las propiedades de la leche en polvo son similares a las de la leche líquida [8], [14].

Las leches concentradas y en polvo se elaboran en grandes cantidades. La mayor parte de la producción de este tipo de leche se usa como ingrediente para la

fabricación de otros productos, permitiéndoles a las industrias ahorrar en costos de transporte y almacenamiento, como consecuencia de la reducción del volumen y la gran facilidad de utilización durante la formulación, ya que sus propiedades pueden hacerse a medida para usos específicos [9].

Tipos:

- Leche en polvo entera.
- Leche en polvo enriquecida en grasa.
- Leche en polvo semidescremada.
- Leche en polvo descremada [9], [15].

Este trabajo de investigación solo se enfoca en lo que se refiere a leche en polvo entera, ya que esta es la materia prima que se utilizará en la fase de experimentación para la elaboración del dulce.

La leche entera en polvo:

Tiene un contenido graso mínimo legalmente definido en la mayoría de países del 26%. En el proceso de elaboración la leche cruda es estandarizada hasta el

3,6% de la grasa antes del tratamiento térmico y se concentra hasta un contenido de sólidos totales del 45 al 50%, el concentrado se homogeniza y se seca por atomización [9].

Proceso de elaboración:

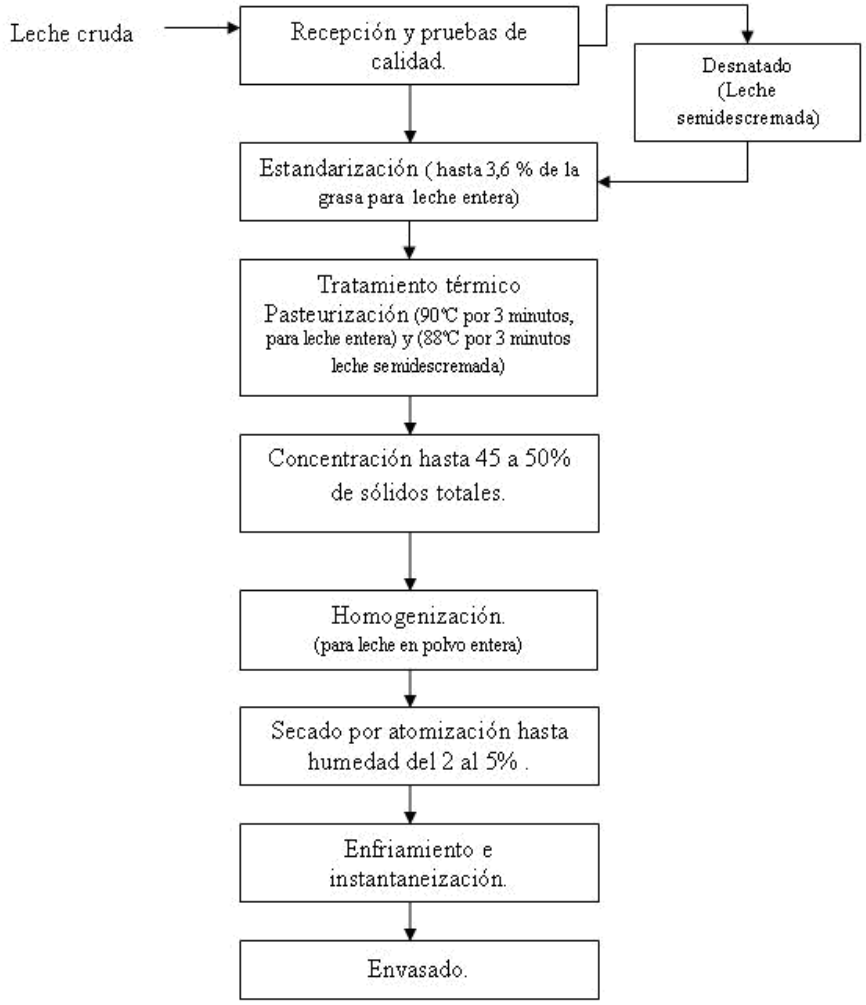


FIGURA 2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE ENTERA EN POLVO.
Elaborada por: Erika Roca, basada en [9] y [16].

Breve descripción de las operaciones del proceso:

Recepción: En la recepción de la leche cruda se hacen las pruebas de calidad físicas, químicas, organolépticas y microbiológicas rápidas.

Estandarización*:* Implica el ajuste del contenido de grasa en la leche por medio de la adición de nata o leche desnatada de forma apropiada. Para la elaboración de leche en polvo, la leche fresca debe ser estandarizada hasta un contenido máximo de 3,6% de grasa [9].

Pasteurización: Por lo general llevada a cabo en intercambiadores de calor de placas o tubulares. La temperatura y el tiempo de pasteurización ideales para fabricar leche en polvo entera son de 90ºC durante 3 minutos [9], [17].

Concentración: Se realiza en evaporadores de película descendente a temperaturas de 40 a 70ºC y a presión reducida (vacío). La leche en polvo entera

debe ser concentrada de 45 a 50% de sólidos totales [9] [18].

Homogenización: Se la realiza a presiones desde 50 a 300 kg/cm^2. El objetivo de esta operación es obtener características uniformes en la leche para facilitar la formación de gotas homogéneas para su atomización en el secado [18].

Secado por atomización*:* Consiste en mezclar en una cámara de secado la leche atomizada en gotitas de 10 a 100 um, con aire caliente. La temperatura normal de vaporización es entre 40 y 50 ºC dentro de la cámara. Luego las partículas secas se separan del aire antes o después de su extracción de la cámara de secado [9].

Enfriamiento:

Se lo realiza en un vibrofluidizador que es un equipo utilizado para el enfriamiento y transporte del polvo obtenido luego del secado [18].

Instantaneización: Antes del ingreso del polvo al vibrofluidizador, se le inyecta lecitina de soja y se mezcla a temperatura adecuada. El fin de ésta operación es favorecer la reconstitución del polvo para que éste sea soluble en agua a temperatura ambiente. [18].

Envasado:

En la actualidad las industrias lácteas envasan éste producto en bolsas laminadas de PET/PE impresas externamente de 200 g a 1 kg para uso doméstico, y para el consumo al por mayor se comercializa en bolsas de papel kraft de tres capas con bolsa de polietileno interna de 25 kg y sellado con corredera de seguridad [19].

Aspectos nutritivos:

El contenido de nutrientes en la leche en polvo depende de las pérdidas causadas durante los procesos de concentración y desecación [9].

También se ocasionan pérdidas durante el almacenamiento, las mismas son pequeñas debido a

la baja humedad relativa del producto y las temperaturas de almacenamiento (ambientales) [9]

En el anexo 5 se presenta una tabla donde se observan las pérdidas de nutrientes de la leche en polvo durante su proceso de elaboración y almacenamiento.

Microbiología de la leche en polvo:

La baja actividad de agua de la leche en polvo (0,60 aw) hace que ésta sea un medio de cultivo no muy apto para el crecimiento de la mayoría de microorganismos, pero los ya existentes pueden sobrevivir en ella durante algún tiempo [9].

La micro flora de la leche en polvo depende de factores como: el número y tipo de bacterias presentes en la leche cruda, la temperatura de precalentamiento, la higiene de la planta y las condiciones de secado [9].

En el anexo 6 se encuentran los principales microorganismos patógenos que pueden estar presentes en la leche en polvo [9].

Pruebas de calidad en la leche en polvo:

Análisis químicos:

Los principales se resumen en el anexo 7.

Normalización:

Al igual que todos los alimentos la leche en polvo como producto elaborado debe cumplir ciertos requisitos de calidad que la hacen apta para el consumo humano. En el caso del Ecuador el INEN (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización) es quien establece los parámetros de calidad para la leche en polvo, y el nombre de la norma es:

NTE INEN 298 Primera revisión "LECHE EN POLVO REQUISITOS".

En ésta se pueden encontrar requisitos generales de: fabricación, clasificación, fisicoquímicos y de componentes. También parámetros microbiológicos, de envasado y rotulado [15].

Ventajas de usar leche en polvo en la fabricación de dulce de leche:

- Se puede modificar o estandarizar la cantidad de sólidos en la leche.
- Mayor rendimiento de producción.
- El dulce no se deposita sobre las paredes de la paila.
- Se llega más rápido al color deseado [20].

2.1.2. Azúcar:

Es un producto sólido cristalizado del jugo de caña de azúcar. En estado puro es un hidrato de carbono denominado sacarosa, de fórmula C12H22O11. Los cristales azúcar refinada o sacarosa deben ser limpios, transparentes e incoloros [21].

El azúcar en el dulce de leche:

Además ser componente de sabor, tiene un papel importante en la determinación del color del producto final porque da lugar a reacciones de caramelización generando pardeamiento. Influye también en la textura o consistencia del manjar y en la cristalización, que es un defecto que puede presentarse en este tipo de producto [21], [22].

La proporción de leche / azúcar en la preparación del dulce depende de los siguientes factores:

- La cantidad de sacarosa a añadirse deberá estar en relación inversa a la proporción de sólidos totales que se desea obtener en el producto final; mientras mayor sea la proporción de sólidos habrá menos cantidad de agua disponible lo que dificultará la adecuada solubilización de la sacarosa presente, originando la cristalización [21].
- Porcentaje de grasa en la leche: A mayor porcentaje de grasa puede agregarse mayor cantidad de azúcar [21].
- Lapso entre producción y consumo: El dulce de leche posee una cantidad de agua inicial la cual se va evaporando durante el almacenamiento, cuanto más

demore el dulce en ser consumido ésta evaporación será mayor hasta llegar a un punto en que el equilibrio entre la solubilidad de la sacarosa y la humedad del producto se rompe, provocando la aparición de cristales perceptibles al paladar [21].

El azúcar de caña puede estar presente en el manjar de leche hasta en un 30% dentro de la formulación [23].

El porcentaje de sacarosa agregada a la mezcla para la elaboración del manjar estará en función de la materia grasa, lactosa y proteínas que posee la leche.

TABLA 4

CANTIDAD DE AZÚCAR A AGREGARSE SEGÚN COMPOSICIÓN DE LA LECHE (4)

Tipo de Leche	**Sacarosa en la mezcla**
3% de materia grasa y 4,5% de lactosa	Del 18 al 23% siendo 20% la cantidad óptima.
1,5% de materia grasa	19,5% de sacarosa con glucosa al 2% en la mezcla.
Si la leche contiene mayor tenor de proteínas y menor de lactosa	Se puede trabajar hasta con un 30% de sacarosa.

Elaborada por Erika Roca (2009), basada en [21]

2.1.3. Aditivos y auxiliares:

Los aditivos más usados en la elaboración del dulce de leche son:

- Jarabe de glucosa.
- Bicarbonato de sodio.
- Enzima Lactasa (en algunos casos).
- Ácido sórbico o sus sales (uso permitido en algunas legislaciones).
- Sustancias aromáticas como la vainilla, fosfato o citrato de sodio.

Jarabe de Glucosa:

La glucosa se denomina también dextrosa y es el azúcar más ampliamente distribuido en la naturaleza [21].

El jarabe de glucosa se obtiene principalmente del almidón de maíz, es cristalino y menos dulce que el azúcar pero más viscoso, con la consistencia parecida a la de la miel. [21], [24].

Puede ser sustituto del azúcar, ó utilizado como complemento de la misma para regular el grado de dulzor de algunos alimentos, pues en la industria se usa en diferentes tipos de productos como: caramelos, turrones, dulce de leche, confituras, salsas y bebidas debido a su acción preservante y anticristalizante [24].

Su utilización en el dulce de leche:

Es debida a varias razones:

- Es económico.
- Le confiere brillo al producto.
- Ayuda a disminuir la velocidad de cristalización de la lactosa [22].

Adicionalmente la glucosa al ser un azúcar reductor simple es muy activa en la reacción de Maillard, su presencia posibilita el pardeamiento no enzimático, fenómeno de mucha importancia para obtener el color marrón del dulce de leche [21].

En la elaboración del dulce de leche, el azúcar de caña o sacarosa puede ser reemplazado parcialmente por jarabe de

glucosa (con mínimo 78ºBrix) hasta en un 40% del total de azúcares de la formulación [23].

Bicarbonato de sodio:

Es un mineral natural producido a partir de agua de mar o de sal, se utiliza como regulador de acidez, álcali y agente leudante. Su nombre químico es hidrogenocarbonato de sodio y su fórmula NaHCO3, en el mercado se encuentra en presentaciones de masas o polvo cristalino incoloro o blanco [25].

Su utilización en el dulce de leche:

Como neutralizante, pues durante la elaboración del dulce el agua de la leche se evapora y el ácido láctico se va concentrando en fase acuosa, por ende la acidez aumenta progresivamente hasta culminar en una sinéresis[1] (el dulce se corta).

Si la acidez de la leche es muy elevada el producto final tendrá una textura arenosa y áspera, así mismo si esta es

[1] Sinéresis: Es la separación de las fases de un alimento por desestabilización de las proteínas que contiene, debido a una acidez elevada o a la acción de bacterias proteolíticas [20].

excesivamente baja el producto terminado no alcanzará su color característico, pues las reacciones de Maillard son retardadas por el descenso del pH [26].

Por todas estas razones es necesario reducir la acidez de la leche hasta al menos 13 o 14º D, los cálculos de neutralización deben realizarse con exactitud [26].

La acidez es medida en el laboratorio comúnmente como ºD, el grado Dornic expresa el contenido de ácido láctico en una muestra de leche. La acidez Dornic es el número de décimas de cm^3 de hidróxido de sodio N/9 usada para valorar 10 cm^3 de leche en presencia de Fenolftaleína N/9) [26].

1ºD es 0,1 g de ácido láctico en 1 lts de leche ó 1 g de ácido láctico en 10 lts de leche. El peso molecular del bicarbonato es de 84 y es un compuesto monovalente como el ácido láctico cuyo peso molecular es de 90, por esto 84 partes de bicarbonato de sodio neutralizan 90 partes de ácido láctico [26].

Según las normas el bicarbonato de sodio puede estar presente del 0,04 al 0,06 % en la formulación del dulce de leche [23].

Lactasa:

Es una enzima que se utiliza como aditivo en algunos alimentos, generalmente productos lácteos y de panificación y se obtiene de la fermentación controlada de la levadura *kluyveromyces*. La b-galactosidasa también conocida como lactasa hidroliza el disacárido lactosa que está presente en la leche para transformarlo en los monosacáridos o azúcares simples glucosa y galactosa [27].

Su utilización en el dulce de leche:

La solubilidad de la lactosa es limitada y la cristalización es un problema en muchos productos lácteos entre estos el dulce de leche, los cristales resultantes de la lactosa le imparten una textura arenosa.

La hidrólisis del disacárido lactosa en glucosa y galactosa por medio de la enzima lactasa evita el defecto de la cristalización, aumenta el dulzor del producto y disminuye el problema de la sobresaturación de sólidos [27].

La actividad de la enzima y la cantidad que se debe colocar en cada producto como aditivo depende de las características químicas del sustrato, su concentración, el grado de hidrólisis deseado y del ambiente catalítico (pH, temperatura y tiempo de reacción), también de las condiciones del proceso y pruebas de conducta para establecer su uso [27]. Por lo general en el dulce de leche se utilizan 4 ml de lactosa por cada 100 litros de leche. La hidrólisis de lactasa en la leche debe ser mínimo del 20%, de esta manera ya no se formarán cristales perceptibles al paladar incluso después de un largo almacenamiento (de 4 a 6 meses) [20].

En una de las secciones del capítulo tres se explicará con mayor detalle las ventajas de la utilización de la lactosa en la elaboración del dulce de leche.

Ácido sórbico y sus sales:

El ácido sórbico es un conservante que se puede emplear en alimentos de hasta pH = 6,5, sus sales como la sódica y el sorbato potásico son muy utilizadas ya que son más solubles que el ácido. Su presentación suele ser a manera de polvos

blancos o en el caso de la sal potásica como gránulos o en solución [28].

El ácido sórbico se emplea como agente fungiestático inhibiendo determinadas enzimas en las células microbianas, esto permite su acción efectiva contra organismos catalasa positivos como levaduras, mohos y otras bacterias del mismo tipo. Las aerobias estrictas, las lácticas y los clostridios también se verán un tanto afectadas [28].

Su utilización en el dulce de leche:

En el dulce de leche el ácido sórbico y sus sales de Na, K o Ca se usan como conservantes para evitar que crezcan hongos o levaduras en la superficie del producto [26].

Según la norma ecuatoriana INEN la cantidad máxima permitida de ácido sórbico dentro de la formulación del dulce de leche es de 0,03% sobre el volumen de leche utilizada [29].

Aromatizantes:

El más usado en el dulce de leche sin duda es la vainilla y sus derivados, ya sean naturales o polvos artificiales de etil-vainillina [23].

El agregado de estos aromatizantes debe hacerse durante el enfriamiento, pues todos los compuestos aromáticos son fácilmente volatilizables. La proporción de la vainilla depende del gusto del consumidor y la calidad del aromatizante, sin embargo la cantidad máxima permitida según el Protocolo de calidad para dulce de leche es 0,00075% p/p dentro de la formulación del manjar [20], [23], [26].

Otros aditivos:

Existen una amplia variedad de aditivos que pueden ser colocados en el dulce de leche, mas no son tan comúnmente utilizados ya que algunos no son estrictamente necesarios y otros están prohibidos por las legislaciones de ciertos países. A continuación se nombra algunos de estos:

- Conservadores.

- Ácidos.
- Texturizantes.
- Humectantes: Sorbitol.
- Colorantes.
- Espesantes/ Estabilizantes.
- Almidones.
- Emulsionantes.
- Secuestrantes.
- Antioxidantes [30], [31].

2.1.3.1. Legislación:

En la elaboración de los productos es primordial basarse en sus respectivas normas de fabricación, uno de los objetivos es conocer las cantidades permitidas de aditivos dentro de las formulaciones.

Existe una gran cantidad de legislaciones para la fabricación de dulce de leche, elaboradas por distintos países y organizaciones con diferentes criterios y requisitos, entre estas se puede nombrar:

- Norma ecuatoriana INEN Dulce de Leche Requisitos INEN 700.
- Noma CODEX para Postres Lácteos (pudines, yogurt aromatizado ó con fruta) 01.7.
- Noma Oficial Mexicana NOM- 185-SSA1-2002, Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces de leche. Especificaciones sanitarias.
- Reglamento Técnico MERCOSUR de Identidad y Calidad de Dulce de Leche.
- Protocolo de Calidad Para Dulce de Leche. Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI-Lácteos , Andyson S.A y Dirección Nacional de Alimentos. Argentina.

El objetivo de esta investigación es desarrollar un dulce de leche a partir de leche en polvo, pero a más de la materia prima se usarán ciertos aditivos; para definir cuáles serán y sus cantidades permitidas se han tomado en cuenta los siguientes criterios:

- Se deben respetar las condiciones de elaboración del dulce según la norma del Ecuador, en este caso es la norma INEN para dulce de leche.

- Se pretende beneficiar en mayor grado a los pequeños productores, considerando que la mayoría de ellos elaboran el dulce de leche de la forma más natural posible y con los aditivos estrictamente necesarios.

- Algunos aditivos son costosos y difíciles de conseguir, si en la elaboración del dulce se usan gran cantidad de estos el producto se encarecería.

Ahora que se han mencionado las normas y los criterios para la elección de los aditivos que se incluirán en la elaboración de las muestras de dulce de leche para fines de experimentación, se concluye que la formulación de las mismas incluirá los siguientes:

TABLA 5

ADITIVOS ELEGIDOS Y CANTIDADES MÁXIMAS PERMITIDAS PARA LA ELABORACIÓN DE MUESTRAS DE DULCE DE LECHE EN LA FASE DE EXPERIMENTACIÓN (5)

Nombre del Aditivo :	**Cantidad max. permitida :**	**Según Norma :**
Jarabe de Glucosa	40% del total de azúcares agregados en el dulce.	Protocolo de Calidad Para Dulce de Leche
Bicarbonato de Sodio	0.04 al 0.06 % de la formulación.	Protocolo de Calidad Para Dulce de Leche
Enzima Lactasa	Hasta que la lactosa se hidrolice en un 20%. 4ml por cada 100 lts de leche.	Bibliografía, en las normas no se especifica.

Elaborada por Erika Roca (2009), basada en [20], [23], [29].

2.2. Producto:

El origen del dulce de leche es muy poco conocido, pero las primeras informaciones muestran que surgió en los países costeros de América Latina, del Río de la Plata (Uruguay y Argentina) durante la época colonial [32].

En esta investigación el dulce de leche queda definido como el producto lácteo obtenido por concentración mediante calor, a presión

normal o reducida de la mezcla constituida por: leche o leche reconstituida entera, más sacarosa (sustituida o no por otros monosacáridos o disacáridos), con o sin la adición de sólidos lácteos, crema de leche o de otras sustancias alimenticias permitidas [23] [29].

2.2.1. Tipos de dulce de leche.

De manera general el tratado del MERCOSUR establece la siguiente clasificación para el dulce de leche:

<u>De acuerdo con el contenido de materia grasa:</u>

- Dulce de leche.
- Dulce de leche con crema.

<u>De acuerdo con el agregado de otras sustancias alimenticias:</u>

- Dulce de leche, dulce sin agregados ó “dulce de leche para confitería”.
- Dulce de leche con agregados o “dulce de leche mixto” [30].

Existen básicamente tres tipos de dulce de leche: el simple, el dulce de leche con crema y el mixto. Cada norma tiene una distinta manera de clasificarlos según sus características y requisitos, por ejemplo en el anexo 8 se presenta la tipificación tomando en cuenta la norma ecuatoriana INEN y el CAA.

Ahora bien el dulce de leche que será elaborado en la fase de experimentación de esta tesis es el simple o tipo 1.

2.2.2. Normas:

En la sección de aditivos se mencionaron ya algunas de las normas, en el caso de esta tesis se leyeron y analizaron las siguientes:

- Norma ecuatoriana INEN Dulce de Leche Requisitos INEN 700.
- Noma Oficial Mexicana NOM- 185-SSA1-2002, Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces de leche. Especificaciones sanitarias.

- Reglamento Técnico MERCOSUR de Identidad y Calidad de Dulce de Leche.
- Protocolo de Calidad Para Dulce de Leche. Instituto Nacional de Tecnología Industrial INTI- Lácteos, Andyson S.A y Dirección Nacional de Alimentos. Argentina.

Las secciones más importantes que contienen estas normas son:

- Alcance de la norma.
- Clasificaciones.
- Requisitos de fabricación.
- Prácticas de higiene y sanidad.
- Especificaciones de calidad del producto final.
- Envase, embalado y etiquetado.
- Muestreo y métodos de prueba.
- Transporte y distribución.

Luego de la lectura de las normas se realizaron algunas tablas comparativas basadas en las especificaciones de calidad del producto final, las mismas que se encuentran en los anexos 9,10 y 11.

2.2.3. Análisis de la oferta y la demanda:

El dulce de leche en el Ecuador es un producto muy conocido, mas no es de primera necesidad, por este motivo es difícil encontrar datos exactos sobre la oferta y la demanda del mismo.

En cuanto a la producción total láctea las cifras oficiales revelan un consumo anual de 100 litros de leche por persona, sin embargo según datos aproximados de algunas empresas lácteas, menos del 50% de la población ecuatoriana consume productos derivados de la leche, quizá esto se debe a un problema cultural y adquisitivo [33].

En Argentina y Uruguay el dulce de leche es muy popular ya que es un producto típico de ambos países, esto no ocurre en el Ecuador, sin embargo en el mercado existen algunas marcas de este producto elaborado en fábricas multinacionales, otras locales, extranjeras y hasta artesanales, entre las más populares se encuentran:

TABLA 6

PRINCIPALES MARCAS DE DULCE DE LECHE EN EL MERCADO ECUATORIANO (6)

Marca	**Origen**
Nestlé	Cayambe- Ecuador
Toni	Guayaquil- Ecuador
El Kiosco	Carchi- Ecuador
Agrícola Pucuhuaico	Otavalo- Ecuador
Dulac's	Cayambe- Ecuador
Alpina	Colombia

Elaborada por: Erika Roca (2010).

La mayor parte de fábricas que elaboran dulce de leche se encuentran en la sierra ecuatoriana, pues esta región es la que produce la mayor cantidad de leche en el país. Además de las marcas presentes en tiendas y supermercados, es importante tomar en cuenta los pequeños productores, quienes elaboran el dulce de leche de una manera artesanal en las fincas o pequeños negocios.

En vista de que tampoco se dispone de bases de datos a cerca de la demanda del dulce de leche por parte de los consumidores se decidió realizar un estudio pequeño basado en la población Guayaquileña y con ayuda de encuestas.

La población de la ciudad de Guayaquil según el censo realizado en el 2001 era de 1’985.379 habitantes, para el 2010 el estimado es de 3’050.728 [34].

Ya que el dulce de leche es un producto considerado como aderezo para acompañar otros alimentos como: helados, postres, pan, galletas, entre otros, por lo general se compra un frasco o tarrina por familia.

Para fines de esta investigación se considera que hay cinco personas por familia, entonces se tiene:

Familias guayaquileñas= 3’050.728/5

Familias guayaquileñas= 610.145,6

Si se entrevista a una persona por familia entonces se tendrían 610.146 personas, sin embargo este es un número demasiado grande, por lo tanto se utilizará una fórmula para determinar un tamaño muestral representativo para este estudio.

Ya que la población es finita y conocida, se aplicará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^{2} p * q}{d^{2} * (N-1) + Z_{\alpha}^{2} * p * q}$$

[35]

Donde:

N = Total de la población

Z^2 = 1.96^2 (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 60% = 0.6)

q = 1 – p (en este caso 1-0.6 = 0.4)

d = precisión (en este caso deseamos un 10%) [35].

Se asumió que el 60% de personas consumen dulce de leche ya que este no es un producto de primera necesidad y no es tan popular como en otros países.

Entonces la fórmula queda de la siguiente manera:

$$n = \frac{610146 * 1.96^2 * 0,6 * 0,4}{0.1^2 (610146 - 1) + 1.96^2 * 0,6 * 0,4} = 92,18$$

Según la fórmula es necesario entrevistar a 92 personas, sin embargo en este estudio se eligió realizar la encuesta a 100 individuos, hombres o mujeres de edades entre los 15 y 55 años.

Para que la muestra sea representativa se escogieron cinco sectores diferentes de la ciudad de Guayaquil donde se realizaron las encuestas:

TABLA 7

SECTORES DE GUAYAQUIL DONDE SE REALIZARON LAS ENCUESTAS DE CONSUMO DE DULCE DE LECHE (7)

Sector	Número de individuos Entrevistados
Mapasingue	20
Centro	20
Sur	20
Alborada	20
Ceibos	20

Elaborada por: Erika Roca (2010).

El tipo de encuesta realizada a los individuos se presenta en el anexo 12.

Resultados del estudio de la demanda de dulce de leche en Guayaquil:

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS, los resultados que se obtuvieron en las encuestas fueron a cerca de:

- El consumo general y por sectores de dulce de leche en la ciudad de Guayaquil.

- La frecuencia de consumo de dulce de leche, o frecuencia con la que una persona promedio adquiere un frasco del producto, siendo las opciones diaria, semanal, mensual y ocasionalmente.
- Y por último fue importante conocer las marcas preferidas por los individuos.

En el anexo 13 se dan a conocer los resultados.

Conclusiones:

- De los 100 individuos entrevistados el 74% consume dulce de leche.
- De los cinco sectores elegidos, los habitantes del centro y el sur son los que más consumen dulce de leche, con un porcentaje de 90% respectivamente de un total de 20 individuos entrevistados por sector.
- El 51% de las personas entrevistadas compran un frasco de dulce de leche al mes.
- Las personas tienen mayor preferencia por las marcas de dulce de leche Toni y Nestlé, quizá porque estas son las más conocidas y populares.

- Según el estudio realizado, el dulce de leche tiene una demanda relevante y bastante importante en la ciudad de Guayaquil.

2.3. Proceso:

Los procesos para la elaboración de dulce de leche se basan en la evaporación, ó en restar humedad de la mezcla original [36].

2.3.1. Tipos de proceso para la elaboración de dulce de leche:

En las grandes y pequeñas industrias existen tres sistemas:

- Sistema simple en paila.
- Sistema combinado evaporadores y paila.
- Sistema continuo [20], [36].

En el anexo 14 se describe brevemente los tres tipos de procesos sus ventajas y desventajas.

En la fase de experimentación de este trabajo se empleará un sistema muy similar al simple en paila, dado que el principal objetivo de la investigación es buscar el ahorro en la elaboración de dulce de leche para los pequeños empresarios de la industria láctea, y ellos por lo general no disponen de

instalaciones y equipos muy tecnológicos para fabricar el dulce sino de pailas, marmitas o contenedores para la evaporación.

A continuación se muestra el diagrama de flujo del sistema simple de paila:

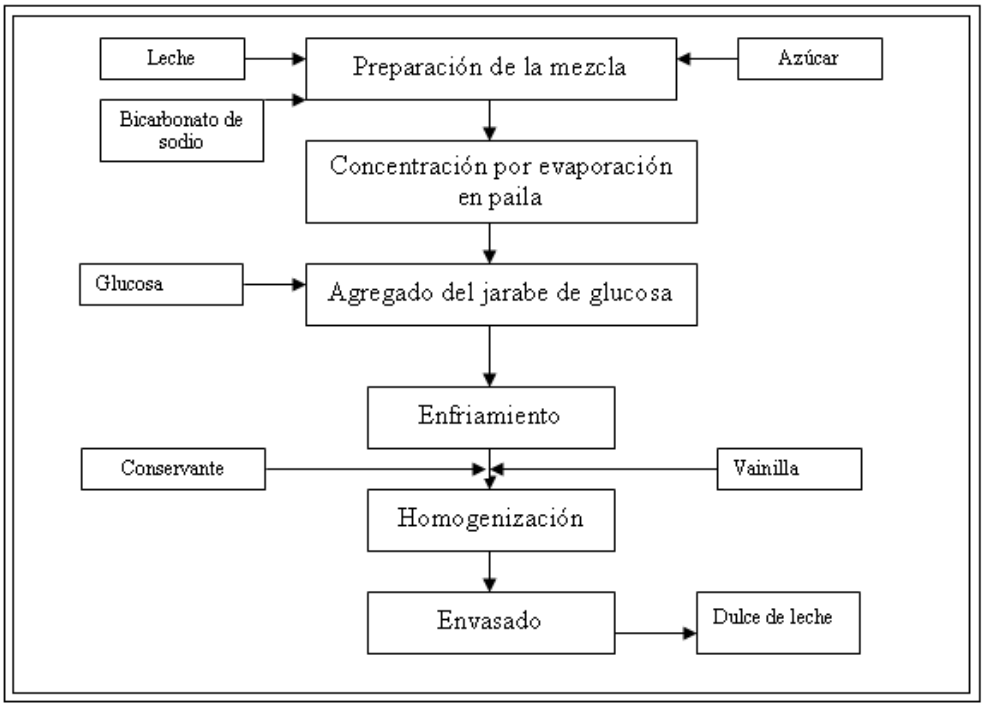


FIGURA 2.3 Diagrama de flujo del sistema en paila para la elaboración del dulce de leche.
Fuente: Elaboración de Dulce de Leche", Industrial Mecánica Equipos Para la Industria Alimenticia, http://www.industrialmecanica.com.ar, 2009 [20].

Breve descripción del proceso:

Mezcla: Por lo general se dispone de un recipiente para preparar la mezcla de leche, azúcar y neutralizante. Luego esta se bombea a un tanque balanceador desde el cual por medio de gravedad se alimenta una paila [26].

Concentración por evaporación en paila: Las pailas más comunes son de 1000 lts de capacidad (500 kg de dulce), son calefaccionadas por vapor de camisa a 3,4 kg/cm^2 de presión.
Uno de los métodos consiste en comenzar llenando la paila con una quinta parte de la leche a trabajar, calentar hasta ebullición y concentrar hasta 58 o 60% de sólidos totales y luego mantener este nivel agregando chorro a chorro la mezcla según sea necesario hasta que se termine.
Con el fin de aprovechar toda la superficie de calentamiento, la paila dispone de dos agitadores que giran en diferente sentido, uno es un ancla raspadora que evita que el dulce se pegue a las paredes calientes, y el otro gira en sentido contrario al anterior rompiendo la espuma que se forma por acción del CO2 producto de las reacciones de Maillard [26].

Agregado del jarabe de glucosa:

La glucosa se agrega antes de terminar la concentración, aproximadamente cuando el producto alcanza entre 55 a 60 % de sólidos.

A medida que avanza la evaporación el dulce va obscureciendo e incrementando su tenor de sólidos. Es fundamental conocer el momento en que debe terminar la concentración, para determinar este punto con exactitud se utiliza un refractómetro y generalmente la concentración del dulce acaba cuando este llega de 66 a 68 ºBx [26].

Enfriamiento: Puede realizarse en la misma paila reemplazando el vapor por agua fría en la camisa [26].

La velocidad de enfriamiento es muy importante, pues un descenso lento de la temperatura favorece la formación de grandes cristales, mientras que uno rápido facilita la formación de varios cristales de tamaño muy pequeño.

La temperatura en el enfriamiento deberá descender hasta aproximadamente 55ºC, si se envasa el dulce a una temperatura mayor a esta se producirían vapores, los mismos que se condensan en la superficie interior de la tapa y podrían provocar la aparición de hongos en el producto [26].

Homogenización: Se acostumbra homogenizar la mezcla base para elaborar el dulce, la técnica es aplicada por lo general en el caso de que se incorpore sólidos en forma de leche en polvo u otros compuestos técnicamente no deseables.

En el producto terminado también suele realizarse esta operación antes del envasado. El dulce en proceso de enfriamiento ingresa a la máquina a 65ºC y es homogenizado a una presión de 60kg/cm^2, el tratamiento ayuda a disminuir su viscosidad, suaviza la textura y le otorga brillo [26].

Envasado: Se lo hace en frascos de vidrio con tapa metálica o en latas, por lo que el dulce puede ser esterilizado en el mismo envase, esta operación evitará la proliferación de hongos y levaduras en el caso de que el producto sea almacenado por periodos muy prolongados [26].

2.3.2. Equipos:

En las industrias lácteas que se dedican a la elaboración de dulce de leche se puede encontrar equipos desde los más grandes y tecnológicos hasta los más simples y caseros:

De manera general se menciona a algunos en la siguiente tabla.

TABLA 8

EQUIPOS INDUSTRIALES MÁS COMÚNMENTE UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DE DULCE DE LECHE (8)

Equipo	**Función**
Tanque de recepción	Almacenar la leche cruda que llega a la fábrica.
Filtro	Eliminar impurezas de leche cruda.
Tanque de mezcla con removedor, camisa de vapor y aislamiento	Calentamiento de la leche de 60 a 70 ºC y mezcla con neutralizante, azúcar, glucosa y bicarbonato.
Evaporador o concentrador al vacío de película descendente de uno o varios efectos.	Evaporar el agua de la mezcla hasta que el concentrado tenga de 55 al 60% de sólidos.
Pailas de terminación con camisa de vapor y removedor doble.	El concentrado que sale del evaporador se calienta hasta alanzar la textura, viscosidad y color deseados.
Filtro	Eliminar las impurezas y grumos del producto final.
Enfriador con camisa para circulación de agua fría.	Llevar al producto a una temperatura final de 60ºC para su homogenización y envasado posterior.
Homogenizador de pistón.	Mejora la textura y el brillo del producto final.
Máquina dosificadora	Verter el dulce en el envase.

Elaborada por: Erika Roca (2009), basada en [26].

En el anexo 15 se presentan los equipos tanto industriales como caseros para la elaboración del dulce de leche mediante el sistema simple en paila.

2.4. Revisión de estudios similares.

En la industria la leche en polvo es muy utilizada como materia prima para la elaboración de productos, no solo lácteos sino de otros tipos como los de confitería y los deshidratados, debido a las múltiples ventajas económicas y tecnológicas que representa para los fabricantes.

El propósito principal de esta tesis no es mejorar las características del dulce de leche como producto terminado sino mantenerlas, pero optimizando recursos durante su elaboración, por este motivo se propone utilizar leche en polvo. El caso de estudio que se ha encontrado tiene un objetivo similar y su tema es:

"Alternativa en la fabricación de dulce de leche con el aprovechamiento tecnológico/ racional del suero de queso."

El suero de queso tiene un alto valor biológico en sus proteínas y muchas capacidades funcionales, por lo que las industrias lecheras deben buscar alternativas viables para su aprovechamiento; en este trabajo se estudió la utilización del suero de queso en la elaboración de dulce de leche en pasta. Este tipo de dulce de leche debe

presentar una consistencia pastosa y homogénea, color castaño brillante, aroma propio, sabor característico y ausencia de arenosidad.

En el experimento se prepararon muestras con diferentes niveles de adición de suero a la leche: 50, 40, 30, 20 y 10 %. El producto que presentó mejor apariencia y textura fue aquel al que se le adicionó el 30% del suero.

Las condiciones del experimento fueron:

- Para evitar cristalización de lactosa se adicionó 25 ml de lactasa a la mezcla de suero leche que fue previamente pasteurizada a 80ºC por 20 min. y enfriada a 5ºC.
- El dulce de leche fue fabricado a partir de leche- suero hidrolizado, cuya acidez fue reducida a 12º Dornic, se le adicionó 16% de sacarosa, 0,1 % de citrato de sodio y 0,5% de almidón soluble de maíz y fue concentrado hasta 70º Brix.

Los resultados:

Se obtuvo excelente aceptación sensorial (nota 8 en una escala hedónica de 9 puntos con 70 degustadores), buen rendimiento (1,95 lts/kg de dulce) y sin que se observara cristalización del producto,

incluso después del almacenamiento por 6 meses a 5ºC, y por 12 meses a temperatura ambiente.

Esta fue una investigación elaborada por el médico veterinario Aníval Zunino y es una publicación técnica del Departamento de Fiscalización de Industrias Lácteas de Buenos- Aires, Argentina [37].

CAPÍTULO 3

3. PRUEBAS EXPERIMENTALES

3.1. Estandarización de la materia prima.

Es establecer las condiciones necesarias para que la materia prima nueva que se utilizará (leche reconstituida del polvo) tenga características iguales o por lo menos similares a las de la leche fresca para la posterior elaboración del dulce. El siguiente diagrama muestra la metodología para la estandarización de la materia prima:

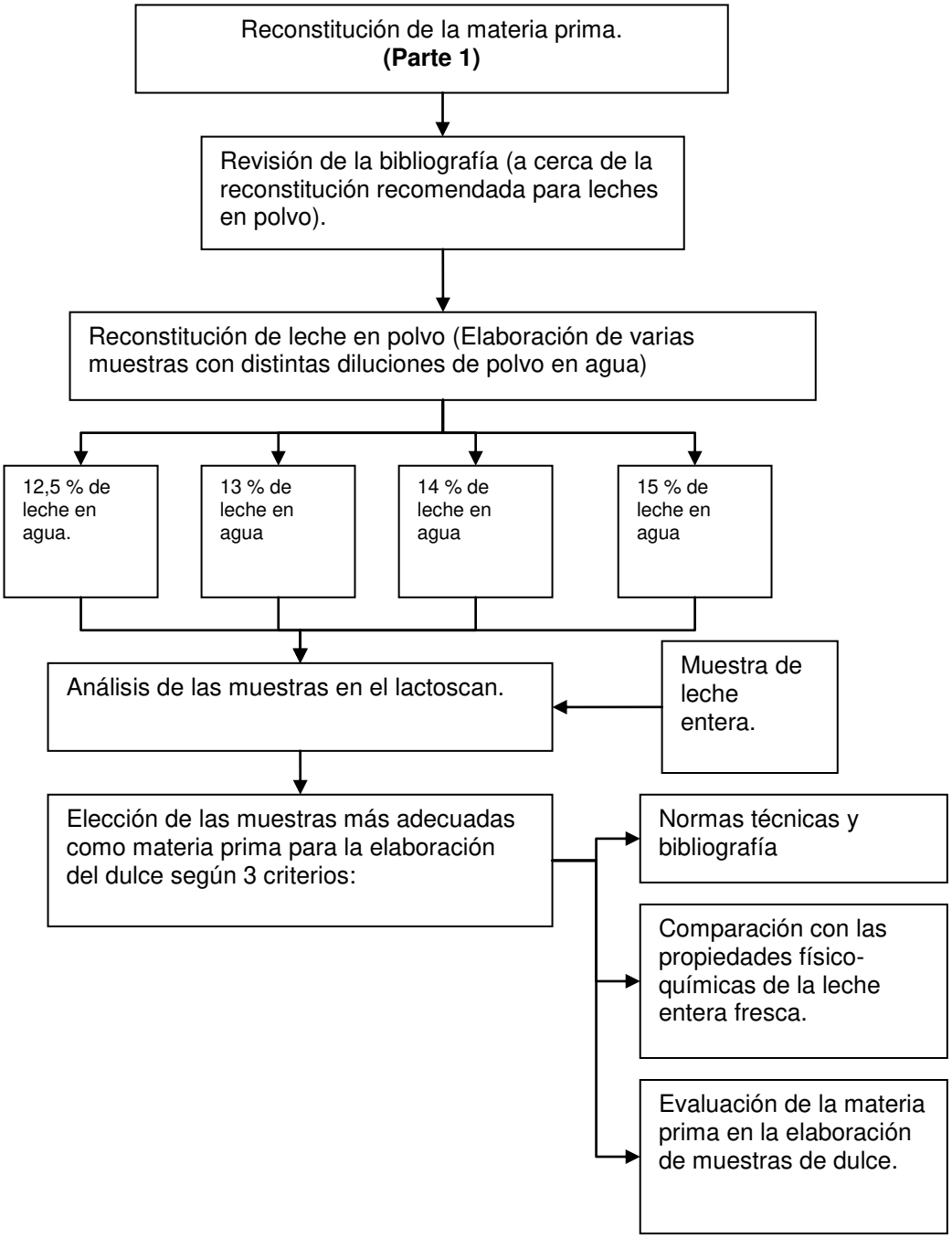


FIGURA 3.1 Metodología para la reconstitución de la materia prima
Elaborado por: Erika Roca (2010).

La materia prima con la que se va a experimentar es la leche en polvo, por lo tanto la misma debe tener una adecuada reconstitución con agua para ser apta para la elaboración de dulce de leche.

Para saber cuál es la porción de leche en polvo que se debe diluir en agua, este trabajo se basa en los siguientes puntos de vista.

- Bibliografía.
- Normas.
- Composición de la leche fresca.
- Composición de la leche en polvo.
- Experimentación.
- Balance de materia.

Según la bibliografía se debe diluir una parte de leche por cada tres partes de agua, exactamente las leches en polvo se deben reconstituir del 12,5 al 15% de leche en agua, es decir de 12,5 a 15 gr de polvo por cada 100 cm^3 de agua [38].

Según definición la reconstitución óptima de leche en polvo para leche entera es 13%, 11, 5% leche semidescremada y 10% leche descremada [39].

Según las normas la composición que debe tener la leche en polvo es:

TABLA 9

COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE EN POLVO SEGÚN LAS NORMAS CODEX E INEN PARA LECHE ENTERA EN POLVO (9)

Compuesto	Según norma CODEX	Según norma INEN
Grasa	Min. 26% Máx. 42%	Min. 26%
Proteína	Min. 34% en extracto seco	Min. 26%
Ceniza	-	Máx. 6,5%
Acidez titulable (ml-0,1 N NaOH/ 10 g de extracto seco.	Máx. 18	Máx. 14
Contenido de agua	Máx. 5%	-

Elaborada por: Erika Roca (2010), basada en [15], [40].

La leche en polvo que se va a utilizar para realizar las pruebas experimentales en este trabajo es la leche entera procesada por la industria "El Ordeño" y en teoría tiene la siguiente composición como polvo seco:

TABLA 10

COMPOSICIÓN DE LA LECHE ENTERA EN POLVO "EL ORDEÑO" (EN TEORÍA SIN RECONSTITUIR) (10)

Compuesto:	Valores:
Humedad:	Máx. 3,50% Min. 3.20%
Contenido de grasa:	29%
Contenido de proteínas:	34%
Acidez	0,99 a 1, 08 expresado como ac. Láctico

Elaborada por: Erika Roca (2010), basada en [16]

Se han comparado los valores de las propiedades de la leche en polvo “El Ordeño con los valores permitidos en las normas CODEX e INEN y se concluye que:

- El valor de humedad, el contenido de grasa y el contenido de proteínas de la leche “El Ordeño” están dentro de los límites permitidos por ambas normas.

- El valor de la acidez de la leche “El ordeño” se encuentra expresado como cantidad de ácido láctico, pero si estuviera expresado en términos de acidez titulable, esta se ubicaría en el rango de 0,9 a 10,8 valores se que encuentran dentro de los límites de ambas normas.

Una vez comprobado que la leche en polvo “El Ordeño” cumple con las normas de calidad, el siguiente paso es su reconstitución y el análisis de varias muestras de leche fresca y leche reconstituida a diferentes concentraciones para comparar sus valores experimentales con los valores estipulados en bibliografías y normas.

TABLA 11

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS IDEALES DE LA LECHE FRESCA PARA LA ELABORACIÓN DE DULCE DE LECHE SEGÚN EL PROTOCOLO DE CALIDAD DEL INTI (11)

Característica Fisicoquímica	**Valor**
Tenor de materia de grasa de leche no inferior a	3,2% p/p
Tenor de proteínas totales no inferior a	3,0%p/p
Punto de congelación igual o menor a	-0,518º C
Acidez	14 a 17 ºDornic
pH	De 6,55 a 6,75

Elaborada por: Erika Roca (2010), basada en [23]

TABLA 12

CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE APTA PARA ELABORACIÓN DE DULCE DE LECHE SEGÚN BIBLIOGRAFÍAS (11)

Componente o característica	**Porcentaje o cantidad.**
Lactosa	4,8 %
Proteínas:	3,5%
Grasa:	Mínimo 3,2%
Cenizas:	0,8%
Sólidos totales no grasos	8,14%
Ácido láctico	Mínimo 0,15% y máximo 0,18%
Densidad	Mínimo 1,0296 y máximo 1,0340 g/cm^3

Elaborada por: Erika Roca (2010), basada en [21], [26]

Los valores publicados en estas tablas servirán como una guía o parámetro de comparación para determinar cuál de las diluciones de leche reconstituida es la más adecuada para la elaboración del dulce.

Análisis de muestras de leche en el lactoscan:

En esta etapa se va determinar la composición de varias muestras de leche fresca y de leche en polvo reconstituida con la ayuda de un equipo de laboratorio llamado “Lactoscan” o “Milkanalizer” del cual se hablará en el capítulo 4. Los componentes y características fisicoquímicas que se van a analizar en las muestras son:

- Porcentaje de grasa.
- Sólidos totales.
- SNG
- Densidad.
- Lactosa.
- Porcentaje de proteínas.
- Agua añadida.
- Temperatura de la muestra
- pH.
- Punto de congelación.

FIGURA 3.2 Lactoscan ó Milkanalyzer

En el anexo 16 se presentan las propiedades fisicoquímicas que mide el Lactoscan por medio de tecnología ultrasónica. En el capítulo 4 se explicará con mayor detalle el funcionamiento del equipo.

3.1.1 Análisis fisicoquímicos de la leche fresca.

El objetivo es comparar las propiedades que tiene la leche líquida ya sea ésta fresca o envasada en tetra pack con las propiedades de la leche reconstituida a varias diluciones. Ya que la leche fresca es la materia prima que se usa comúnmente para elaboración de dulce de leche, el propósito es lograr que la

leche reconstituida que se usará en los experimentos tenga propiedades similares a ésta.

Procedimiento de la experimentación:

- Se obtiene la muestra de la leche recién ordeñada, se la filtra con ayuda de un cedazo para eliminar impurezas y natas, y se la refrigera inmediatamente para que no pierda sus propiedades.
- Al momento de hacer el análisis es recomendable que la leche esté a 20 ºC ó a una temperatura menor.
- Se lleva a cabo una limpieza del lactoscan para que los resultados de la lectura no estén incorrectos.
- Finalmente se realizan las lecturas de las muestras de leche entera cruda y además de una muestra de leche entera envasada en tetra pack. Después de cada test se limpia el equipo con agua destilada.
- Se realizan cuatro lecturas de cada muestra y se obtiene un promedio de las mediciones.

TABLA 13

RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS EN EL LACTOSCAN PARA LECHE CRUDA Y LECHE ENVASADA EN TETRA PACK (13)

PROPIEDADES	**Unidades**	Muestra de leche entera envase tetra pack	Muestra de leche entera cruda
GRASA	%	3,10	4,01
SNF	%	7,01	7,82
DENSIDAD	Kg/m3	1024,29	1026,87
LACTOSA	%	3,71	4,14
SOLIDOS	%	0,66	0,74
PROTEINA	%	2,62	2,92
AGUA AÑADIDA	%	16,92	5,57
TEMP. MUESTRA	Cº	29,55	30,20
PUNTO DE CONG	Cº	-0,432	-0,491
PH		5,98	6,10

Elaborada por: Erika Roca (2010).

Conclusiones del análisis:

- La leche envasada en tetra pack no puede ser tomada como referencia en esta prueba, ya que ni siquiera es leche pura. En la tabla anterior se observa que ha sido adulterada, pues tiene agua añadida en un 16,92%, es por eso que talvez no cumple con ninguno de los requisitos para utilizarse como materia prima para dulce de leche.

- La leche pura de vaca también ha sido adulterada ya que en el análisis se encontró que tenía un 6% de agua añadida; esta leche únicamente presenta el valor adecuado de grasa, los otros parámetros están fuera de rango.

3.1.2. Análisis fisicoquímicos de la leche en polvo.

El objetivo es conocer cuál de las diluciones de leche reconstituida a medirse es la más apta como materia prima para la elaboración de dulce de leche, comparándolas con los valores estipulados en normas, bibliografías y con los datos reales de componentes y características de la leche cruda obtenidos en la experimentación de la sección 3.1.1.

Procedimiento de la experimentación:

Se prepararon cuatro muestras de leche en polvo reconstituida. (Ver tabla 13).

- Se calentó el agua para facilitar la dilución del polvo.
- Se pesó el agua y la leche para preparar las diferentes muestras según las concentraciones deseadas.

TABLA 13

CANTIDADES PARA LA RECONSTITUCIÓN DE LECHE EN POLVO (13)

Cantidades para la reconstitución de leche en polvo			
Dilución	(g) de agua	(g) de leche en polvo	Peso total de la mezcla (g)
12,50%	150	21,4	171,4
13%	150	22,4	172,4
14%	150	24,4	174,4
15%	150	26,4	176,4

Elaborada por: Erika Roca (2010), basada en [38].

- Se preparó cada muestra por separado y se mezcló la leche con el agua una vez pesadas. Luego se las homogenizó con ayuda de la licuadora para evitar la formación de grumos y de esta manera facilitar la lectura posterior en el lactoscan.
- Se enfrió las muestras hasta 20ºC ó menos y se esperó un tiempo prudencial para que las burbujas formadas en el licuado desaparezcan.
- Se realizó una limpieza del lactoscan para que los resultados de la lectura no sean incorrectos.
- Finalmente se analizaron las muestras de leche reconstituida de las cuatro diluciones diferentes.

Después de cada lectura se limpió el equipo con agua destilada.

- Se repitió cuatro veces la lectura de cada muestra y luego se obtuvo un promedio de las mediciones.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los análisis de las muestras:

TABLA 15

RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS EN EL LACTOSCAN DE LAS DILUCIONES DE LECHE EN POLVO PARA ESTANDARIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA (15)

PROPIEDADES	**Unidades**	Muestra de leche en polvo al 12,5%	Muestra de leche en polvo al 13%	Muestra de leche en polvo al 14%	Muestra de leche en polvo al 15%
GRASA	%	3,58	3,89	4,27	4,54
SNF	%	7,13	7,69	8,43	8,95
DENSIDAD	Kg/m3	1024,54	1026,45	1029,00	1030,78
LACTOSA	%	3,77	4,07	4,46	4,74
SOLIDOS	%	0,67	0,73	0,80	0,85
PROTEINA	%	2,66	2,88	3,15	3,34
AGUA AÑADIDA	%	15,00	7,50	0,00	0,00
TEMP. MUESTRA	Cº	24,60	19,45	21,25	19,60
PUNTO DE CONG	Cº	-0,442	-0,481	-0,535	-0,573
PH		6,02	6,12	5,93	5,90

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Las propiedades que serán tomadas en cuenta para ser comparadas con los valores del Protocolo de Calidad del INTI y la bibliografía serán:

- Contenido de grasa.
- Contenido de proteínas.
- Contenido de lactosa.
- Sólidos no grasos.
- Densidad.
- Punto de congelación.
- pH.

3.1.3. Determinación de los parámetros estándar que debe tener la materia prima.

Para determinar cuál de las diluciones de leche reconstituida es la más apta para la elaboración del dulce de leche se han resumido los resultados de los análisis y los parámetros permitidos en normas y bibliografías en el anexo 17, y partiendo de este se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- Para el caso de las muestras de leche en polvo al 12,5% y al 13% el único parámetro correcto es el de tenor graso, pero el resto no cumplen con los requisitos.

- La dilución adecuada de leche en agua es la del 14% ya que la mayoría de los parámetros se encuentran dentro de los rangos que debe presentar la leche para ser apta para la producción de manjar. El contenido de lactosa y el pH son los únicos parámetros que están fuera de los límites.

- La dilución al 15% también cumple con todos los requisitos, sin embargo tomando en cuenta que el objetivo de este trabajo de investigación es reducir costos, aparentemente la dilución al 14% sería la opción más adecuada ya que cumple con las normas de calidad de la leche para elaborar manjar.

- En la tabla del anexo 17 se evidencia cómo las cantidades de los compuestos como grasa, proteínas, lactosa, sólidos totales y SNF, aumentan proporcionalmente mientras más concentrada es la leche

reconstituida. En la densidad se observa el mismo comportamiento.

- El punto de congelación y la cantidad de agua añadida disminuyen a medida que aumenta la concentración de leche en polvo en la dilución. Además se observa que a partir de la muestra al 14% la cantidad de agua añadida es del 0%, lo que permite confirmar que la dilución al 14% es hasta el momento la más adecuada.

- El pH aparentemente va disminuyendo a medida que aumenta la concentración de leche en polvo en la mezcla.

Balances de materia para la estandarización de la leche reconstituida:

El propósito es corroborar la decisión de elegir la dilución de leche en polvo al 14% como la más adecuada.

Para elaborar el balance de materia se han utilizado los datos de las tablas, 10 y 14.

Se tomaron los valores de grasa, proteína y sólidos totales que tiene en teoría la leche en polvo por cada 100 g de ésta (tabla 10) y se los multiplicó por los gramos de leche usados en cada dilución (tabla 14). Finalmente se obtuvo el porcentaje de cada compuesto en la mezcla de leche en polvo con agua.

Ejemplo:

Cantidad de grasa de la leche "El Ordeño"= 29% o 0,29
Cantidad de gramos de leche usados en la dilución al 12,5%= 21,4g
Cantidad de gramos de grasa en 21, 4 gramos de leche en polvo= 0,29*21,4= 6,21g
Peso total de la muestra reconstituida al 12,5%= 171,4g.
% de Grasa en la dilución ó en la muestra reconstituida al 12,5%= (6,21/171,4)*100= 3,62%

Usando una hoja de cálculo en Excel, los datos de las tablas antes mencionadas y basándose en el ejemplo anterior se obtuvo la tabla de balance de materia del anexo 18.

- Según el balance de materia que se ha realizado para cada solución, cualquiera de ellas podría ser la adecuada para la elaboración de dulce de leche de acuerdo a los valores que cada compuesto presenta en teoría.
- La experimentación demuestra que los valores de grasa y sólidos totales son muy cercanos tanto en el balance teórico como en los análisis en el lactoscan, aunque los

de proteínas presentan diferencias amplias entre los datos reales y los del balance, aproximadamente en el rango de 1,50 a 1,75 % de diferencia en todas las diluciones, quizá debido a que la leche en polvo a utilizarse no tiene realmente la composición declarada en la tabla 10. Este hecho podría ser muy fácil de comprobar mediante una prueba fisicoquímica de la leche en polvo seca, sin embargo estos análisis son demasiado costosos y complicados y realmente no se justifica realizarlos en esta investigación.

Evaluación de la materia prima en la elaboración de muestras de dulce de leche:

Con el fin de comprobar la efectividad del tipo de materia prima elegida, en este caso leche reconstituida al 14%, se han elaborado algunas muestras de dulce de leche previamente.

Procedimiento general para la elaboración de muestras de dulce de leche:

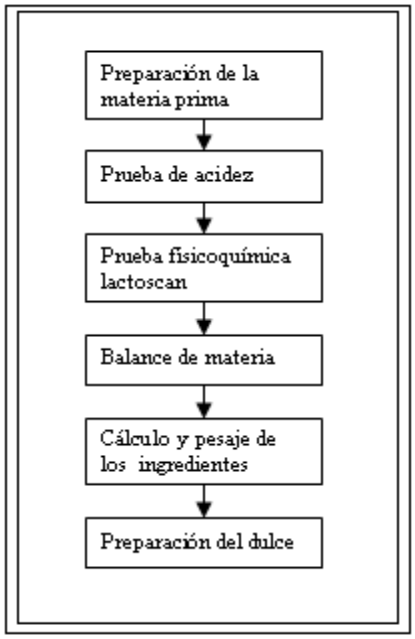


FIGURA 3.3 Procedimiento general para la elaboración de muestras de dulce de leche.
Elaborado por: Erika Roca (2010)

Preparación de la materia prima: Depende del tipo de leche que vaya a ser utilizada en la prueba.

Si la leche es reconstituida es necesario que se haya determinado la proporción de leche en polvo y agua en la mezcla, luego se realiza un pequeño cálculo con regla de tres y se determinan los gramos de agua y leche en polvo a utilizarse.

El agua debe hervirse para eliminar los microorganismos y para facilitar la dilución de la leche en polvo, luego es pesada o medida en un recipiente esterilizado. La leche en polvo también se pesa.

En una licuadora se mezcla y homogeniza la leche en polvo con el agua, se enfría la muestra y se la deja reposar para que esta no contenga espuma, de lo contrario se dificultará su posterior análisis en el lactoscan.

Si la leche es fresca o cruda simplemente se la pasteuriza a una temperatura de 75ºC durante 15 minutos.

Prueba de acidez: Se la realiza con el fin de neutralizar la materia prima y conocer qué cantidad de bicarbonato se debe agregar a la leche.

La prueba de acidez es la de titulación con hidróxido de sodio al 0,1 N. Se pesan 9 gramos de muestra y se le colocan tres gotas de fenolftaleína, se anota el volumen inicial de hidróxido de sodio en la bureta, se empieza la titulación hasta cuando la leche tome un color ligeramente rosa. En ese momento termina la titulación, se anota el volumen final de hidróxido de sodio y

se utiliza la siguiente fórmula para conocer la acidez de la leche:

Vi-Vf= Volumen consumido

Según la teoría, el volumen consumido de hidróxido de sodio en la titulación es el porcentaje de acidez de la leche expresado en ácido láctico.

Por ejemplo si en la titulación de una muestra se consumieron 2ml de NaOH entonces la acidez expresada en ácido láctico será de 0,2% y en grados Dornic será de 20.

ºD= % de acidez x 100.
ºD= Consumo de NaOH x 10

La leche para elaboración de dulce debe tener entre 13 y 14ºD, se logra llegar a esta acidez agregándole bicarbonato. La manera correcta de neutralizar la leche se muestra en el ejemplo a continuación [20], [41].

Ejemplo:

Supongamos que la acidez de una muestra es 20ºD y la acidez que se requiere es de 14ºD entonces:

20ºD- 14ºD= 6ºD
1ºD → 1 g de ácido láctico en 10 lts de leche.

Si tengo que bajar 8ºD de acidez y tengo 1 lts de leche?
8ºD → 8 g de ácido láctico en 10 lts
8ºD → 0,8 g de ácido láctico en 1 lts

Si para 90 g de ácido láctico -→ 84 g de bicarbonato.

Para 0,8 g de ácido láctico → 0,75 g de bicarbonato [20], [41].

Prueba fisicoquímica en el lactoscan: Se realiza con el objetivo de conocer la composición de la muestra de leche y sus propiedades, datos que serán básicos en el balance de materia.

Para analizar una muestra es preferible que esta se encuentre a una temperatura cercana a los 20ºC, es necesario que no tenga espuma ni grumos y que este bien homogenizada.

Se da una primera lavada al equipo, al porta muestra y al medidor de pH con agua destilada, luego se los enjuaga con un poco de leche y se coloca la muestra en el recipiente: Se hacen por lo menos tres medidas y se toman los datos de la última o se hace un promedio entre todos los resultados.

Se usarán posteriormente en el balance de materia y energía los resultados de:

- Densidad.
- Porcentaje de grasa.
- Porcentaje de proteína.
- Porcentaje de lactosa.

Balance de materia: Este método de cálculo se usa para conocer:

- La cantidad de azúcar que debe ser agregada al dulce.
- La cantidad de producto final y el rendimiento del proceso.
- La composición y la cantidad de sólidos lácteos que estarán presentes en el dulce de leche al final del proceso.

Se creó una hoja de cálculo en Excel para facilitar la obtención de los datos necesarios para la elaboración del manjar como:

- Cantidades de materia prima y de otros ingredientes en las formulaciones de los dulces.

- Cantidad aproximada a obtenerse de producto.
- Rendimiento teórico y real del proceso.
- Cálculos de neutralización de leche.

En la sección 3.2.3 del Diseño de Experimento se describe con detalle cómo se realizan los balances de materia.

Cálculo y pesaje de los ingredientes: Básicamente en el dulce de leche están presentes cuatro ingredientes:

- Leche.
- Sacarosa.
- Glucosa.
- Bicarbonato.

El cálculo de la cantidad de los ingredientes se basa en los gramos o litros de leche a procesarse.

- Se entiende por azúcares totales a la sacarosa más la glucosa que en el dulce de leche deberán estar presentes del 20 al 30% en la composición. Mediante el balance de materia se puede conocer el porcentaje ideal de azúcares que deberá ser agregado a la mezcla dependiendo de la cantidad de sólidos lácteos que se

desee obtener en el producto final. Estos por lo general van del 23 al 25% aproximadamente.

- De estos azúcares totales la glucosa puede estar presente hasta en un 40% máximo.
- La cantidad de bicarbonato a utilizarse dependerá de la acidez de la leche como ya fue mencionado, y de la cantidad de litros que vayan a ser procesados, pero las normas dicen que debe estar entre 0,04 y 0,06% del total de la fórmula [20], [23].

Para facilitar los cálculos se ha creado una hoja en Excel la misma que se explica en la sección 3.2.3. Luego de obtener todas las cantidades necesarias de los ingredientes estos son pesados.

Preparación del dulce:

Generalmente en las industrias lácteas el dulce de leche se prepara en marmitas, que son grandes ollas las cuales están encamisadas. Esto quiere decir que están compuestas por dos ollas, una exterior que genera un espacio por el cual va a recorrer vapor que calienta la superficie de una olla interna por

un método de convección y es allí donde se cocinarán los alimentos. El calentamiento en estos equipos es uniforme y la transferencia de calor proviene de vapor sobrecalentado, el cual tiene una temperatura mucho más alta que la del punto de ebullición del agua, de esta forma el alimento se cocina en menos tiempo y así no pierde sus propiedades o se deteriora como sucedería al cocinarlo por el método de conducción o directo a la llama.

Las marmitas están provistas de una espátula, la cual esta rotando o girando constantemente a una velocidad determinada, lo cual permite dar movimiento al alimento que se cocina dentro y que este no se queme, caramelize o se pegue.

FIGURA 3.4 Marmita.

Para fines de experimentación, en esta tesis se ha intentado recrear en el laboratorio el funcionamiento de una marmita para la elaboración de las muestras de dulce de leche.

Método:

Se utilizaron los siguientes materiales:

- Olla de aluminio de 25 cm de diámetro.
- Olla de acero inoxidable de 24,5 cm de base redondeada.
- Batidora manual.
- Agua.
- Sal.
- Termómetro.

Descripción del método:

- Dentro de la olla de aluminio se coloca una mediana cantidad de solución de agua- sal concentrada al 15% (la capacidad de la olla es 9 litros, se agregó 2 litros de la solución), se añade sal al agua para que el vapor producido alcance una mayor temperatura y por lo tanto una mayor transferencia de calor, y también para que el agua no se evapore tan rápido sino lentamente.

- Se calienta la solución en una cocina con llama alta, luego de que empieza a hervir se coloca la olla más pequeña dentro de la olla grande y dentro de ésta la mezcla de ingredientes para preparar el dulce.
- A medida que se evapora el agua de la mezcla es necesario agitar constantemente con ayuda de la batidora manual a una velocidad media y procurando incorporar los residuos que se quedan adheridos a los bordes de la olla.
- La cantidad de leche que se utiliza para preparar las muestras puede variar entre 350 a 1000 gr y la elaboración del dulce es lenta, dura de 1 hora y media a 2 horas y media. Debido a que el vapor que se está usando no es sobrecalentado, la temperatura máxima que este alcanza durante el proceso de concentración es de 93ºC.

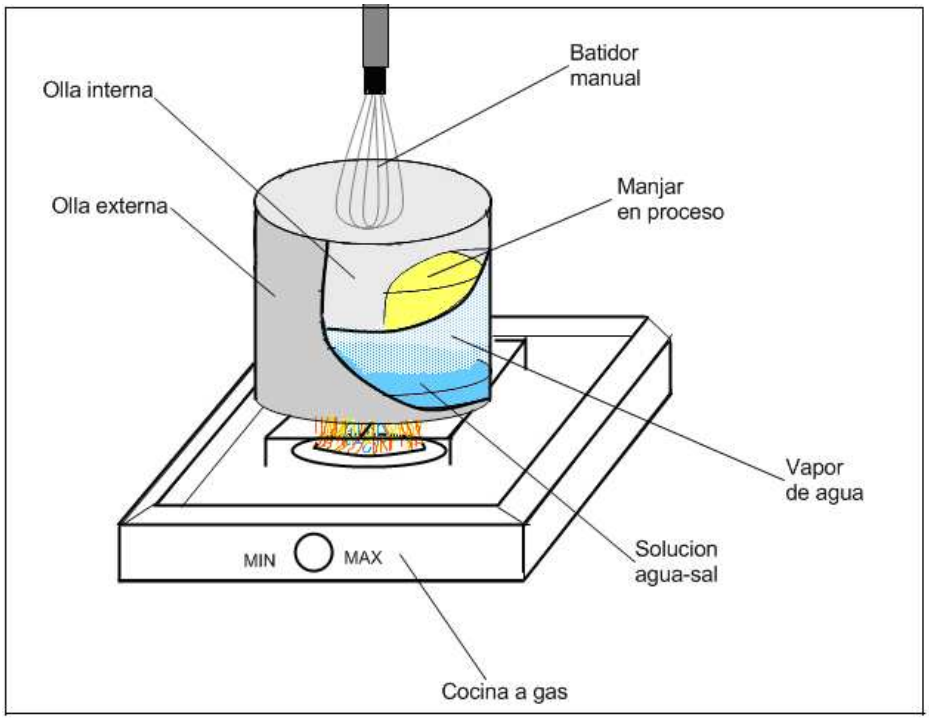


FIGURA 3.5 Implemento adaptado para la elaboración de muestras de dulce de leche.
Elaborado por: Erika Roca (2010).

Una vez establecido el procedimiento general para la elaboración de las muestras se procedió a realizar experimentaciones preliminares (antes del diseño de experimento) con dos propósitos: el primero era comprobar la efectividad de la dilución elegida (al 14%) en la elaboración de muestras de dulce con leche, y el segundo era tener una idea de cuáles podrían ser las variables en el diseño del experimento.

A continuación se presentan las formulaciones y resultados de dichas muestras:

TABLA 16

CANTIDAD DE AZÚCARES AÑADIDOS EN PRUEBAS DE DULCE CON 100% LECHE RECONSTITUIDA AL 14% (16)

Prueba:	**1**	**2**	**3**
Porcentajes de azúcares totales añadidos	22,5%	22%	19%
Porcentaje de sacarosa.	80%	100%	100%
Porcentaje de glucosa.	20%	0%	0%

Elaborada por: Erika Roca (2010).

El método de elaboración para todas las muestras de dulce de leche en esta tesis fue el mismo y se muestra en la figura 3.3.

En la tabla del anexo 19 se presenta de manera general datos de las pruebas preliminares en cuanto a materia prima utilizada, cantidades de los ingredientes para la formulación, algunos parámetros del proceso y características del producto final; en la sección 3.2.3 se explica detalladamente cómo se realizó el balance de materia.

Conclusiones.

- En las tres pruebas realizadas se presentan problemas con la textura del producto final a pesar de que todas ellas tienen en teoría cantidades de sólidos lácteos altas que van desde 24 al 26%. La textura de un dulce de leche ya sea ésta filante, aguada, grumosa o untable depende de algunos aspectos, tanto de composición de la materia prima, como de las cantidades de los ingredientes (sacarosa, glucosa y bicarbonato) y el punto final de concentración.

- Los grados Brix finales que haya alcanzado el producto influyen mucho en su consistencia, se midieron al final del proceso y estos están entre 74 y 75% lo que lleva a pensar que la textura de todas las muestras debería ser filante y pegajosa. A pesar de esto la muestra 4 presenta una consistencia aguada con 74º Brix.

- Todas estas observaciones indican que se debería experimentar con otro tipo de leche reconstituida, ya que la dilución al 14% aparentemente no tiene la

composición adecuada para obtener una buena textura, quizá esto se debe a que la cantidad de grasa no es la suficiente.

- El color del manjar de leche es producto de las reacciones de Maillard que se producen entre la función aldehído de los azúcares como la lactosa y las sustancias nitrogenadas de las proteínas de la leche, en presencia de calor. Los azúcares simples como la galactosa reaccionan más fácilmente que la lactosa que es un azúcar compuesto, por este motivo es necesario hidrolizar la leche antes de elaborar el dulce; este paso del proceso no fue llevado a cabo en estas primeras experimentaciones y tal vez esa sea la razón por la cual el color de las muestras era demasiado claro a pesar de haber alcanzado una alta concentración de azúcares.

- Finalmente se concluye que las pruebas para el diseño del experimento se realizarán con la leche reconstituida que tiene 15% de leche en polvo y 85% de agua y esta será previamente hidrolizada.

3.2. Diseño del Experimento:

El diseño de experimentos se aplica a todos los estudios o situaciones en las que se necesita ensayar hipótesis sobre una posible reacción causa efecto [42]. En el caso de esta investigación se desea saber el efecto que tendrá sustituir un tipo de materia prima por otro en las características sensoriales, físicas y químicas de un producto.

El primer paso será identificar los factores constantes y variables en la elaboración del dulce de leche según la materia prima a usarse, ya sea esta fresca o en polvo, tanto en su procedimiento como en su formulación. Luego con esta base se identificarán las variables del diseño de experimento y sus niveles.

3.2.1. Determinación de factores constantes y variables para la elaboración del dulce de leche.

Consiste en comparar los procesos de un dulce de leche común con uno de dulce elaborado con leche en polvo. Se analizarán cuáles son las operaciones iguales y cuáles son las diferentes, de manera similar se realizará con la formulación.

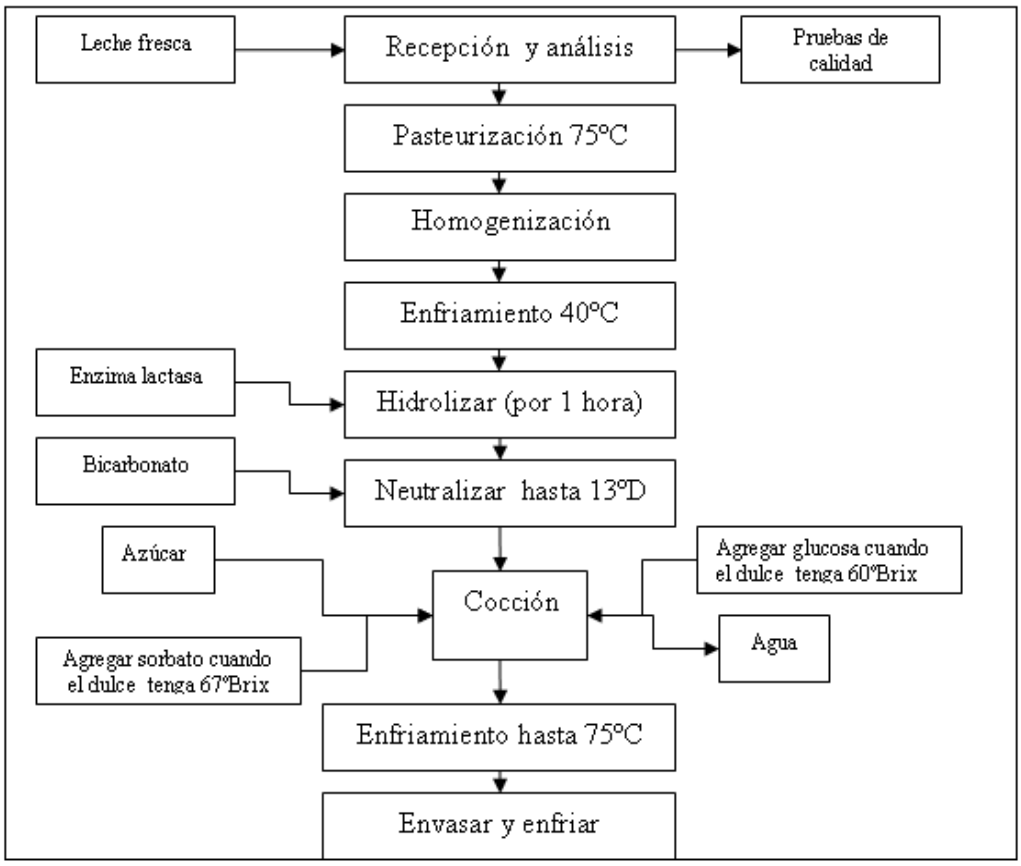


FIGURA 3.6 Diagrama de flujo para la elaboración de dulce de leche con leche fresca (nivel industrial- sistema marmita)
Elaborado por: Erika Roca (2010), basado en [43]

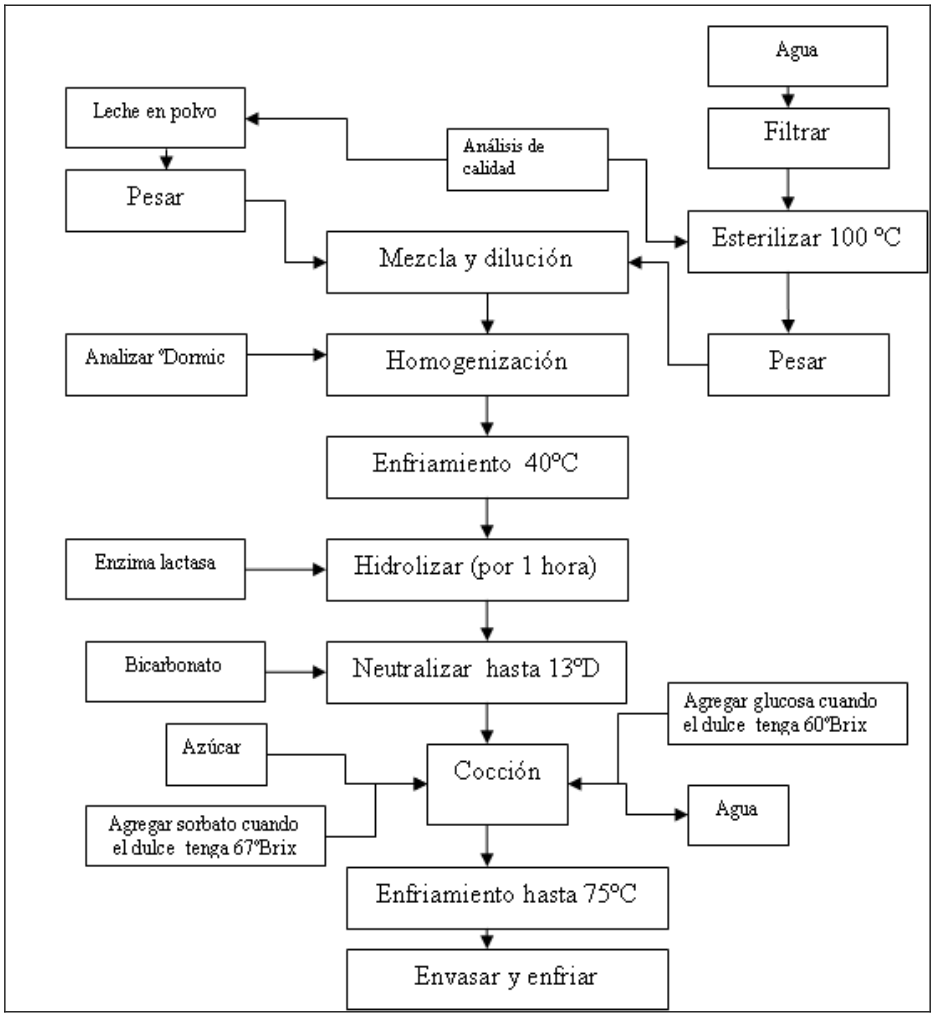


FIGURA 3.7 Diagrama de flujo para la elaboración de dulce de leche con leche en polvo (nivel industrial- sistema marmita)
Elaborado por: Erika Roca (2010), basado en [43]

Para concluir y resumir se elaboró la siguiente tabla para conocer de manera general cuales son las diferencias entre ambos procesos.

TABLA 17

DIFERENCIAS ENTRE LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE DULCE DE LECHE, CON LECHE FRESCA Y CON LECHE EN POLVO (17)

Proceso con leche fresca	**Proceso con leche en polvo.**
En la recepción de la leche se deben hacer análisis de rutina todo el tiempo para garantizar la inocuidad y calidad de la misma.	No se requiere de análisis previos en la recepción de la leche en polvo (industrializada), salvo esporádicamente.
La leche es líquida y esta lista para la elaboración del dulce.	La leche debe ser reconstituida a una concentración dada, se requiere de cálculos para saber las cantidades correctas de polvo disuelto en agua.
La leche fresca solo necesita pasteurización para estar libre de bacterias y parásitos.	La reconstitución de la leche debe realizarse en agua filtrada y esterilizada para garantizar su inocuidad y para facilitar la dilución al estar caliente.
El proceso de homogenización no es tan importante para la leche fresca.	En necesario homogenizar la mezcla para evitar la formación de grumos.

Elaborada por: Erika Roca (2010).

Entonces las etapas constantes en ambos procesos serían:

- Enfriamiento de la materia prima.
- Hidrólisis de la lactosa.
- Neutralización de la acidez de la leche.
- Concentración del dulce de leche.
- Enfriamiento.
- Envasado y almacenamiento.

Habiendo señalado las diferencias en ambos procesos, es momento de enfocarse en la formulación que se puede definir conociendo:

- La composición fisicoquímica final del dulce de leche, la misma que está dada por las normas de calidad (valores teóricos).
- La composición de la leche que va a utilizarse (valores experimentales).
- La cantidad de sólidos lácteos que deben estar presentes en el dulce de leche al final de su elaboración (valores calculados).
- Los valores permitidos de cada ingrediente dentro del dulce según las normas.

Para calcular las cantidades adecuadas de los ingredientes dentro de la formulación del dulce de leche es indispensable hacer balances de materia tomando en cuenta los cuatro aspectos antes mencionados.

La formulación general de un dulce de leche elaborado con leche fresca es la siguiente:

TABLA 18

FORMULACIÓN DEL DULCE DE LECHE CON LECHE FRESCA (BASE 100KG DE LECHE) (18)

Compuesto	Cantidad	Porcentaje
Leche	100kg	
Sacarosa	20kg	20% al 30% de la cantidad de leche a usarse.
Glucosa	8kg	Hasta en un 40% de los azúcares totales.
Bicarbonato de sodio	0,05 kg	0,04 al 0,06 dentro de la formulación

Elaborada por: Erika Roca (2010), basada en [20], [23], [29]

Ahora bien los factores constantes y variables en la formulación han sido determinados mediante:

- Revisión de la bibliografía.
- Y el análisis de los balances de materia y de las muestras elaboradas durante las experimentaciones preliminares que fueron realizadas para estandarización de leche en polvo en la sección 3.1.3.

Y son los que se nombran en la tabla a continuación.

TABLA 19

FACTORES CONSTANTES Y VARIABLES EN LA FORMULACIÓN DE DULCE DE LECHE (19)

Factores constantes	**Factores variables**
Cantidad de leche a utilizarse.	Tipo de materia prima a utilizarse.
Porcentaje de azúcares totales agregado depende de la cantidad de sólidos lácteos que se desee en el manjar.	Cantidad de sólidos lácteos del producto final.
Cantidad de bicarbonato de sodio para neutralizar la leche.	Porcentaje de sacarosa y glucosa del total de los azúcares.

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Se ha observado que las variables del diseño del experimento se centran en la formulación más que en el proceso de elaboración ya que las diferencias entre un tipo de proceso y otro no tienen gran importancia.

Por lo tanto se concluye que las variables del experimento quedan definidas como:

- Tipo de materia prima.
- Cantidad de sólidos lácteos en el dulce de leche.
- Porcentaje de glucosa del total de azúcares en la mezcla.

3.2.2 Determinación de niveles de las variables.

Antes de colocar niveles a las variables es necesario mencionar que estas son de tipo independiente, esto quiere decir que son manipulables por el experimentador y que posiblemente tendrán una influencia sobre otra característica medible después de haber aplicado el factor o tratamiento [42].

La variable independiente también se llama tratamiento, y cada uno de los valores que se le asignarán se llama nivel de tratamiento [42].

TABLA 20

NIVELES DE LAS VARIABLES PARA EL DISEÑO DE EXPERIMENTO (20)

Variables	**Niveles de las variables**			
Tipo de leche	Leche fresca	Leche reconstituida	Mezcla 50% leche fresca + 50% leche reconstituida	
Cantidad de sólidos lácteos en el manjar	22%	23%	24%	25%
Porcentaje de glucosa del total de los azúcares	10%	20%		

Elaborada por: Erika Roca (2010)

El número de muestras que se obtendrán de este diseño de experimento serán:

N= 3*4*2
N= 24

Donde:

3=> son los tres tipos de leche.

4=>son las diferentes cantidades de sólidos lácteos.

2=> son los porcentajes de glucosa del total de los azúcares.

En la tabla 22 se encuentran todas las muestras a elaborarse y sus características. A cada una se le ha asignado un código según la siguiente tabla.

TABLA 21

VALORES DE LAS CODIFICACIONES DE LAS MUESTRAS (21)

Tipo de leche	Número	% de Sólidos lácteos	Número	% de Glucosa	Número
Fresca	1	22%	2	10%	1
Polvo	2	23%	3	20%	2
Mezcla	3	24%	4		
		25%	5		

Elaborada por Erika Roca: 2010.

TABLA 22

MUESTRAS A ELABORARSE SEGÚN EL DISEÑO DE EXPERIMENTO (22)

Código	#	Tipo de leche	Cant. sólidos lácteos	% de Glucosa del tot. de azúcares	Se llevará a cabo su elaboración si/no
121	**1**	Fresca	22%	10%	Si
122	**2**	Fresca	22%	20%	Si
131	**3**	Fresca	23%	10%	Si
132	**4**	Fresca	23%	20%	Si
141	**5**	Fresca	24%	10%	Si
142	**6**	Fresca	24%	20%	Si
151	**7**	Fresca	25%	10%	Si
152	**8**	Fresca	25%	20%	Si
221	**-**	Reconstituida	22%	10%	No
222	**-**	Reconstituida	22%	20%	No
231	**9**	Reconstituida	23%	10%	Si
232	**10**	Reconstituida	23%	20%	Si
241	**11**	Reconstituida	24%	10%	Si
242	**12**	Reconstituida	24%	20%	Si
251	**13**	Reconstituida	25%	10%	Si
252	**14**	Reconstituida	25%	20%	Si
321	**-**	Mezcla	22%	10%	No
322	**-**	Mezcla	22%	20%	No
331	**15**	Mezcla	23%	10%	Si
332	**16**	Mezcla	23%	20%	Si
341	**17**	Mezcla	24%	10%	Si
342	**18**	Mezcla	24%	20%	Si
351	**19**	Mezcla	25%	10%	Si
352	**20**	Mezcla	25%	20%	Si

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Las muestras 221, 222 y 321, 322 no serán elaboradas debido a que no tienen la cantidad de sólidos lácteos suficientes para

alcanzar una buena textura al final de la concentración, eso se evidenció cuando se experimento con las muestras 121 y 122.

En total se elaborarán 20 muestras de las cuales se elegirán las de mejor textura tras una degustación técnica rápida.

En el experimento por facilidad se usaron los números para identificar las muestras, más no los códigos. A las que no serán elaboradas no se les asignó ningún número.

3.2.3 Balances de materia para determinar las cantidades óptimas de los ingredientes.

Los balances de materia y energía se realizarán con ayuda del software Excel, para cada muestra hay una hoja de cálculo diferente, algunas serán colocadas como anexos, pero en esta sección se explicarán detalladamente los pasos.

Se usará como ejemplo un balance de materia de una muestra de dulce elaborada con leche fresca, 24% sólidos lácteos y 10% de glucosa.

Lo primero es establecer las características generales que debe tener un dulce de leche como producto final basándose en la tabla 23.

TABLA 23

COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA FINAL DE UN DULCE DE LECHE (38)

Características finales del dulce de leche	
Agua	30%
Sólidos totales (lácteos)	24%
Grasa de leche	6% al 9%
Cenizas	2%
Proteínas	5%
Azúcar	del 20 al 30%

Elaborada por: Erika Roca (2010), basada en [20], [23]

Lo siguiente es establecer los factores de la prueba según el diseño de experimento y las características de la materia prima dadas por el análisis en el lactoscan:

DATOS DE LA PRUEBA:	
Tipo de leche	Fresca
Número de prueba	5
Sólidos lácteos manjar	24%
% Glucosa	10%

TABLA 24

CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE FRESCA (DATOS PARA EL EJEMPLO DE BALANCE DE MATERIA) (24)

Características de la leche Fresca		
Densidad	en kg/m3	1026,88
Peso	en kg	**0,50**
Volumen	en lts	**0,49**
Grasa %	4,63	0,0463
Lactosa %	4,35	0,0435
Proteína %	3,08	0,0308

Elaborada por: Erika Roca (2010).

El siguiente paso es colocar en base 1 los porcentajes de grasa, lactosa y proteína como se ve en la última columna, las tres últimas filas de la derecha de la tabla 24.

Es necesario tomar en cuenta la cantidad de leche con la que se va a trabajar, en este ejemplo es de 0,50 Kg, entonces los sólidos totales deben estar en función de ésta. Por ejemplo.

Sólidos de la grasa= (0,0463)*0,50 kg

Sólidos de la grasa= 0,0232

De igual manera se hace con los valores de lactosa y proteínas.

TABLA 25

SÓLIDOS TOTALES EN FUNCIÓN DE LA CANTIDAD DE LECHE A PROCESARSE (DATOS PARA EL EJEMPLO DE BALANCE DE MATERIA) (25)

Calculo para	0,50	kilogramos de leche
Grasa	0,02	Kg
Lactosa	0,02	Kg
Proteína	0,02	Kg

Elaborada por: Erika Roca (2010)

El siguiente paso es calcular mediante el balance de materia tres cosas:

- Cantidad de sólidos lácteos del manjar.
- Cantidad de azúcar a agregarse.
- Cantidad de producto final.

Y se obtiene:

TABLA 26

BALANCE DE SÓLIDOS TOTALES (EJEMPLO DE BALANCE DE MATERIA) (26)

Balance de sólidos totales			
Sólidos de leche	0,1206	Kg leche	0,50
Sólidos del azúcar	1	Kg de azúcar	0,12
Sólidos del manjar	0,7	Kg de manjar	0,25
Sólidos del agua	0	Kg de agua	0

Elaborada por: Erika Roca (2010).

La siguiente tabla se obtuvo de los cálculos que serán detalladamente explicados a continuación:

Sólidos de leche= sólidos de la grasa+ sólidos de la proteína+sólidos de lactosa (en base 1, datos de la tabla 24)

Sólidos de leche= 0,046+0,044+0,031

Sólidos de leche= 0,121

Kg de leche= 0,50 kg (cantidad de leche que será procesada)

Sólidos de azúcar= 1 (porque el azúcar es 100% sólidos totales)

Kg de azúcar= 0,12 kg (según el % de azúcares totales que se agregará a la mezcla, el cual a su vez dependerá de la cantidad de sólidos lácteos que se desea en el manjar)

Sólidos del manjar: 0,7 (según normas el manjar de leche tiene 70% sólidos totales al final de la concentración)

Ahora bien para saber el porcentaje de azúcares que debe ser agregado al dulce es necesario tomar en cuenta que este puede estar del 20 al 30% en la mezcla, pero el porcentaje ideal dependerá de los sólidos lácteos que se deseen al final en dulce de leche.

TABLA 27

CANTIDAD FINAL DE SÓLIDOS LÁCTEOS DEL DULCE DE LECHE (DATOS PARA EL EJEMPLO DE BALANCE DE MATERIA) (27)

Cantidad de sólidos lácteos en el manjar como producto final		
Grasa	9,24	%
Lactosa	8,69	%
Proteína	6,15	%
Total	24,08	%

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Para sacar los porcentajes de grasa, lactosa y proteína que tendrá el producto final se utilizaron los datos de la tabla 25. Los sólidos de cada componente de la leche en función de la cantidad de materia prima a procesarse, luego se los multiplicó

por la cantidad de producto final que se obtuvo en el balance de sólidos de la tabla 26 y se los dividió para 100 para que estuvieran en %, finalmente se obtuvo la sumatoria de todos y el porcentaje de sólidos lácteos fue igual al 24%.

Este porcentaje está relacionado inversamente con el porcentaje de azúcares totales agregados porque mientras más azúcares se le añaden al manjar su cantidad producida será cada vez mayor, ya que el azúcar no se evapora sino el agua de la leche. La desventaja es que este manjar tendrá menos sólidos lácteos, lo cual perjudica a la consistencia final de producto.

Azúcar añadida	0,12	Kg
Azúcar añadida	23	%

En la hoja de cálculo de Excel se observó cómo el porcentaje de sólidos lácteos del dulce de leche aumentaba mientras se elegían porcentajes más bajos de azúcares añadidos.

El porcentaje de azúcar añadida se elige dependiendo de la cantidad deseada de sólidos lácteos del manjar, como ya fue mencionado, para este caso es 23% porque se desea 24% de sólidos lácteos. El cálculo se realiza de la siguiente manera:

kg de azúcares añadidos= (kg de leche a procesarse * porcentaje de azúcares elegido) / 100

kg de azúcares añadidos= (50kg*23) / 100
kg de azúcares añadidos= 0.12

De la formulación, se tiene hasta el momento:

- Kg de Leche a procesarse.
- Kg de Azúcares totales.
- Kg de producto final.

La cantidad de bicarbonato a agregarse se obtiene como fue explicado en la sección 3.1.3 en la parte de "**Procedimiento general para elaboración de muestras", paso 2.** De igual manera en la sección de anexos se encuentran como ejemplos los cálculos de neutralización para algunas muestras.

Finalmente el porcentaje de glucosa que es una de las variables, se calcula con simple regla de tres.

Del total de los azúcares añadidos se toma el 20 o el 10% dependiendo de la muestra, para reemplazarlo por glucosa.

TABLA 28

CÁLCULO DE OTROS INGREDIENTES EN EL DULCE DE LECHE (EJEMPLO DE BALANCE DE MATERIA) (28)

Otros Ingredientes					
Sacarosa	90% de azúcares totales	0,10	en kg	103,50	en g
Glucosa	10% de azucares totales	0,01	En kg	11,50	en g
Bicarbonato	del 0,04 al 0,06% en la formula	0,23	en g	0,00	en kg

Elaborada por: Erika Roca (2010).

Entonces:

0,115 kg → 100% de los azúcares.
0,1035 kg → 90% es sacarosa.
0,0115 kg → 10% de glucosa.

En los anexos 20,21 y 22 se presenta un resumen de todos los balances de materia para la elaboración de las muestras del diseño de experimento.

Conclusiones (basadas en los anexos 20,21 y 22):

- De los balances de materia se puede concluir que tanto la densidad de la leche como su composición varían

según su procedencia. La leche fresca por ejemplo presenta una densidad baja comparada con la leche reconstituida siendo esta de 1026 a 1028 kg/m^3, mientras que la de la leche reconstituida va de 1030 a 1031 kg/m^3. Esto se debe a que en la reconstitución de la leche en polvo se ha usado un 15% de polvo y 85% de agua; estos porcentajes son los más altos dentro de los recomendados en las normas y la bibliografía, lo que ocasiona en la práctica que la solución leche en polvo-agua tenga un porcentaje de sólidos no grasos mayor al de una leche cruda y, que por ende aumente la densidad de la misma. La leche fresca por su parte es un producto natural su composición no ha sido modificada aunque hay muestras donde se ha añadido un porcentaje de agua pequeño por parte del agricultor para una mejor conservación luego del ordeño.

- El porcentaje de grasa es otro parámetro que varía notablemente entre un tipo de leche y otro. Para el caso de la leche fresca es alto y va de 4,63 a 6,5 mientras que el de la leche en polvo está entre 4,47 y 4,60. La razón por la que la leche reconstituida presenta bajos

porcentajes de grasa es porque en el proceso de elaboración de leche en polvo, la leche fresca al llegar a la fábrica es estandarizada para reducir su contenido graso y evitar el posterior enranciamiento o lipólisis durante el almacenamiento una vez que ha sido transformada en leche en polvo [44].

- La densidad de la leche depende del porcentaje de sólidos no grasos que esta contenga, es decir de lactosa y proteínas, mas no del contenido graso, esto está comprobado; la leche fresca tiene densidad baja y alto contenido graso, mientras que en la reconstituida se observa lo contrario.

- En el balance de materia se evidencia como el porcentaje de sólidos lácteos presentes en el dulce de leche es inversamente proporcional al porcentaje de azúcares añadidos; a mayor porcentaje de azúcares menor cantidad de sólidos lácteos y viceversa.

3.3 Elaboración de muestras de dulce de leche reemplazando la leche fresca por la leche en polvo en su totalidad y en otras muestras parcialmente.

Para elaborar cada muestra se realizó antes el balance de materia para saber las cantidades exactas de los ingredientes.

Todas las muestras de dulce de leche fueron elaboradas con la metodología de la Figura 3.3, la misma que contiene todas las operaciones del proceso. En las páginas que siguen a continuación de la figura se describen cada una de las etapas.

La única diferencia es que en las muestras para el diseño de experimento la leche fue sometida a un tratamiento más, y este es el de hidrólisis de lactosa, que será explicado a continuación:

Hidrólisis de la lactosa: Es un tratamiento enzimático que se hace en la leche usando la lactasa o también llamada b- galactosidasa, b-d galactósido ó galactohidrolasa. Esta enzima es aislada de una cepa de la levadura Kluyveromices lactis e hidroliza la lactosa en glucosa y galactosa de manera total o parcial.

Este método ayuda a solucionar algunos problemas dietéticos y tecnológicos, en el caso específico del dulce de leche ayuda a evitar la cristalización por envejecimiento. Con la hidrólisis del 20 al 35% de

la lactosa presente el dulce ya no formará cristales perceptibles durante varios meses de almacenamiento [26].

La hidrólisis de la lactosa origina modificaciones en las características físicas y químicas en la leche como:

Poder dulcificante: la mezcla de galactosa y glucosa es de 2 a 3 veces más dulce que la lactosa.

Digestibilidad: La lactosa no es digerible para la gran mayoría de personas, incluso algunos son intolerantes a esta, pero la glucosa y la galactosa pueden ser consumidas por cualquier individuo.

Solubilidad: En agua a 25ºC la lactosa tiene solubilidad de 18%, la glucosa de 50% y la galactosa de 25%, en iguales condiciones.

Viscosidad: La baja viscosidad de la glucosa y la galactosa permiten una concentración alta de sólidos sin que ocurra cristalización.

Cuerpo, textura, sabor: Son modificados gracias a la liberación de galactosa [26].

¿Cuándo se debe hacer la hidrólisis de la lactosa en la leche?

Dentro del proceso de elaboración, la hidrólisis de lactosa se debe hacer una vez que la leche ha sido pasteurizada, en el caso de ser leche fresca. Si se trata leche reconstituida o una mezcla de ambas,

la hidrólisis se debe hacer luego de que la leche en polvo haya sido disuelta y homogenizada con el agua.

Después de hacer los debidos tratamientos de pasteurización y reconstitución, la leche esta aún demasiado caliente y se la debe enfriar hasta 40 ºC a 35° C para poder agregar la enzima, ya que esta es su temperatura óptima de trabajo.

Para saber la cantidad exacta de enzima a agregar es necesario hacer el siguiente cálculo:

1.-Se pesa la cantidad de leche que se va a procesar por ejemplo 1kg.
2.-Se obtiene la densidad de la leche supongamos que sea 1030 kg/m^3
3.-.Y finalmente el volumen = $1kg/1030kg/m^3$
En litros=0,97 lts
4.-**Por cada 100 lts de leche debe usarse 4 ml de lactosa** [63], en este caso:
100 lts leche → 4 ml de lactosa.
0,97 lts de leche →0,038 ml de lactosa.

Después de agregar la enzima lactasa, se la deja actuar durante aproximadamente una hora y media.

El diagrama de flujo general de la elaboración de las muestras se encuentra a continuación, sin embargo como en estas experimentaciones se han usado tres tipos distintos de leche, la parte de recepción y preparación de la materia prima varía.

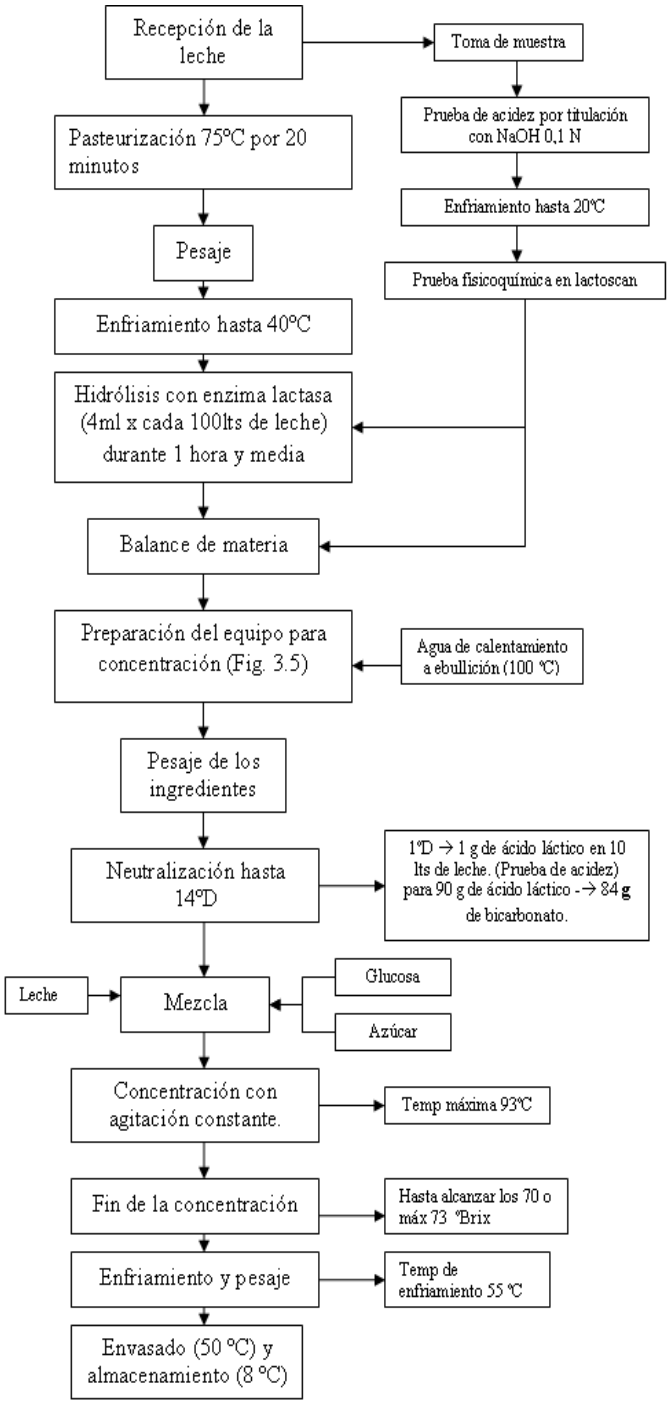


FIGURA 3.8 Diagrama general del proceso de elaboración de muestras de dulce de leche.
Elaborado por: Erika Roca (2010).

Este proceso se utilizará para la elaboración de las primeras 8 muestras que tienen solo leche fresca, para las muestras con leche reconstituida y la mezcla de ambas el proceso varía en la parte de preparación de la materia prima. Los diagramas de flujo para estos otros tipos de muestras son los siguientes:

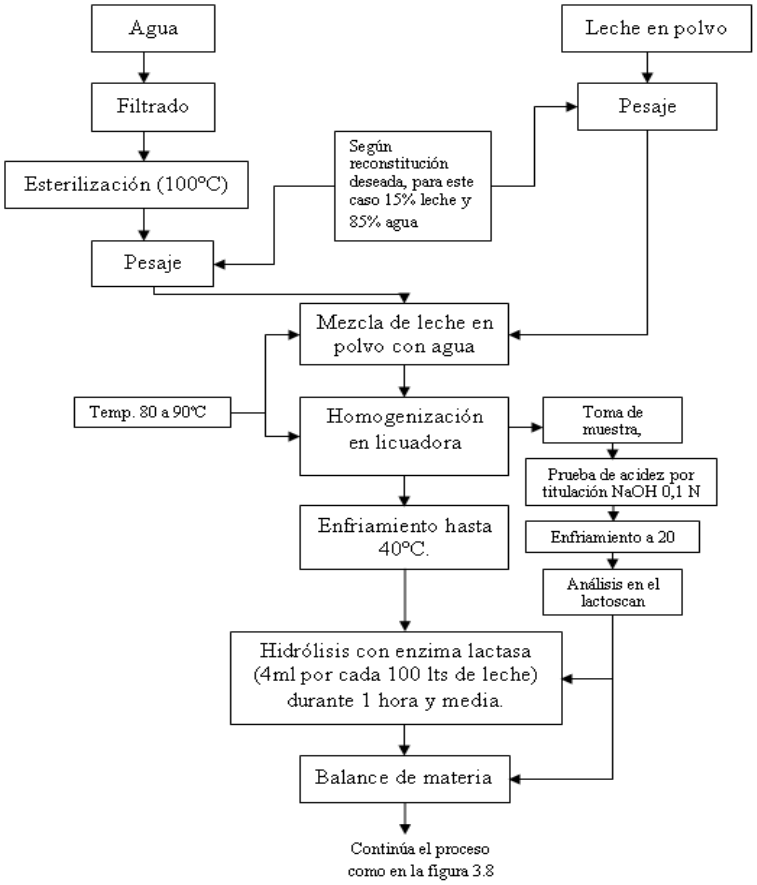


FIGURA 3.9 Primera parte del diagrama del proceso de elaboración de muestras de dulce de leche (a partir de leche en polvo reconstituida).
Elaborado por: Erika Roca (2010)

Finalmente para las muestras de manjar elaboradas con una mezcla de ambos tipos de leche el diagrama de proceso en la parte inicial es de la siguiente manera.

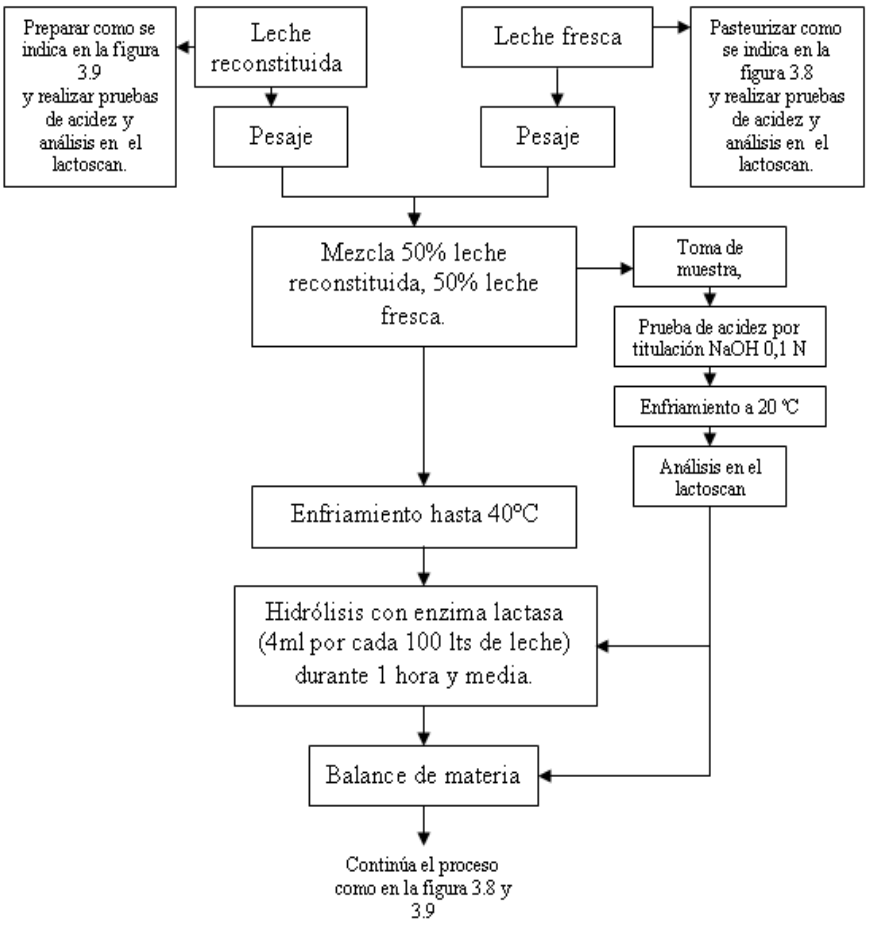


FIGURA 3.10 Primera parte del diagrama del proceso de elaboración de muestras de dulce de leche (a partir de la mezcla de leche fresca con leche reconstituida).
Elaborado por: Erika Roca (2010)

Una vez descritos los procesos de elaboración de las muestras de dulce, se llevó a cabo la experimentación. En los anexos 23,24, y 25 se presentarán tablas con todas las características principales de formulación, tiempos de procesos y rendimientos.

Adicionalmente en el anexo 26 se encuentran una serie de fotografías de un proceso de elaboración de dulce de leche para poder observarlo más gráficamente.

Luego de analizar las tablas de los anexos 23,24 y 25, se llegó a las siguientes conclusiones:

- El rendimiento obtenido de un proceso depende de la formulación del producto y de las condiciones de elaboración.

- Para el caso del dulce de leche el rendimiento ideal del proceso es de 45%, pero se recomienda que el rendimiento normal debería estar entre el 40 y el 45%. De todas las muestras elaboradas solamente la número 1 tiene un rendimiento del 43%.

- No se puede hacer comparaciones entre los rendimientos teóricos obtenidos del balance de materia con los rendimientos reales, ya que en el balance de materia los sólidos totales de la glucosa y de la sacarosa no fueron separados, a ambos tipos de sólidos se los calculó como sólidos de sacarosa, esto quiere decir con valor 1.

- En las muestras elaboradas con leche fresca no se pueden hacer mayores observaciones con los rendimientos, ya que las cantidades de materia prima usadas en la elaboración del dulce son demasiado variables, yendo de 0,44 kg en la muestra 6, hasta 1 kg en la muestra 3. Esto impide relacionar las formulaciones distintas con los grados Brix alcanzados y los rendimientos de los procesos.

- Los grados Brix de las muestras eran tomados al siguiente día de ser elaboradas. Los rendimientos de los procesos hubieran sido mayores si la concentración hubiera avanzado solo hasta los 70 º Brix, esto se puede evidenciar observando las muestras 2 y 4, donde sus º Brix son de 72 y 71 respectivamente y los rendimientos de ambas son de 38%, cercanos a 40%.

- El rendimiento del proceso de manjar varía según el tipo de materia prima y los grados Brix alcanzados. Enfocándose sólo en la formulación en las muestras 6, 12 y 18 todas con 24% sólidos lácteos y 20% glucosa; donde lo único que varía en las tres muestras es el tipo de materia prima. Se observa que la que tiene mayor rendimiento es la muestra 12 que fue elaborada con leche reconstituida. Esto puede dar un indicio de que la leche en polvo permite tener mejores rendimientos y menores tiempos de concentración.

- Continuando con el tema de la influencia de la formulación en el rendimiento, se han comparado las muestras elaboradas con leche reconstituida 9 con 10 y 11 con 12 y se observa que aquellas con 20 % de glucosa (10 y 12) tienen rendimientos mayores que aquellas con 10% (9 y 11). Sin embargo en las muestras elaboradas con la mezcla de ambas leches se evidencia lo contrario al comparar la 15 con la 16 y la 17 con la 18, las muestras con 10% de glucosa (15 y 17) presentan mayores rendimientos que la (16 y la 18) con 20% de glucosa. Por lo tanto no se ha podido definir aún si el rendimiento es

mayor o menor según la cantidad de glucosa presente en la mezcla de azúcares totales.

- Por último los sólidos lácteos que estarán presentes en el dulce de leche como producto final también influirán en el rendimiento del proceso, aparentemente a menor cantidad de sólidos lácteos deseados mayor será el rendimiento ya que se evapora menor cantidad de agua de la leche. Esto puede observarse al comparar las muestras elaboradas con leche en polvo 11 con 13, y las elaboradas con la mezcla de ambas leches 15 con 19.

- Para la repetición de las muestras elegidas para el análisis sensorial se recomienda usar cantidades similares de leche en todas las muestras y que las mismas sean mayores o iguales a 1 kg.

Habiendo descrito detalladamente el proceso de elaboración de cada muestra del diseño de experimento, es importante presentar una tabla de observaciones de las características organolépticas de las muestras de dulce de leche como producto final. (Anexo 27).

En cuanto a las características sensoriales se concluyó que:

- Las muestras de manjar elaboradas con leche fresca que tenían el 22 % de sólidos lácteos tenían una consistencia demasiado acuosa y un sabor muy dulce, por este motivo no se elaboró más muestras con dicho porcentaje de sólidos lácteos.

- La textura de las muestras es la característica sensorial que más interesa en este trabajo de investigación, ya que la untabilidad es uno de los parámetros más difíciles de lograr en el dulce de leche porque depende de muchas variables, tanto de la formulación, como del grado de concentración, el enfriamiento adecuado, hasta de la neutralización correcta de la leche. Las muestras que presentaron mejores texturas fueron la número 5, 8, 10, 11, 14, 17, 18 y 20. Las muestras elaboradas con leche fresca y con muy pocos sólidos lácteos (22 y 23%) son mucho más acuosas que las demás.

- Por lo general las muestras con muy pocos sólidos lácteos 1, 2, 4, son las que tienen el sabor más dulce, ya que la cantidad de azúcar agregada en la formulación es inversamente proporcional al porcentaje de sólidos lácteos deseados. En el

dulzor también influye el grado de concentración, al agregar 20% de glucosa la concentración será más larga que si se agrega el 10%, por ende el manjar será más dulce.

- El sabor a leche en polvo es perceptible en pocas muestras 10, 12, 14 y 17. Es comprensible que este sabor sea detectable en las tres primeras, pero es extraño que en la 17 que es elaborada con la mezcla de ambas leches haya estado presente, ya que la astringencia de la leche en polvo se neutraliza con el sabor a crema de la leche fresca.

- El color del manjar depende tanto de la materia prima como del grado de concentración. Las muestras elaboradas con leche fresca o con la mezcla tienen un tono ligeramente más obscuro que las elaboradas con leche en polvo. El color del dulce de leche va desde el blanco crema al marrón obscuro; pero por lo general el consumidor lo prefiere marrón obscuro, para obtener este tono es necesario permitir que la reacción de Maillard ocurra en el mayor tiempo posible, por lo que es muy importante procesar cantidades relativamente grandes de leche (1 Kg. o más) permitiendo que la concentración ocurra lentamente.

Conclusiones luego del almacenamiento (Entre 2 y 3 meses):

Todas las muestras fueron almacenadas en refrigeración a una temperatura de 8ºC, algunas en envases esterilizados de vidrio y otras en tarrinas plásticas. Luego de 2 o 3 meses fueron observadas, catadas y medidas los grados Brix. En el anexo 28 se puede observar como variaron los º Brix en relación al tiempo de almacenamiento.

Luego de este análisis se concluyó lo siguiente:

- Ninguna de las muestras presento colonias de hongos o levaduras.

- Algunas tenían un ligero olor a grasa rancia, otras a leche pura; la número 11 fue a única que presentó olor a leche fermentada.

- El sabor no varió demasiado excepto por el dulzor que aumentó. Esto se pudo evidenciar en algunas muestras a las cuales se les midió los grados Brix el día de la fabricación y aproximadamente de dos a tres meses más tarde (Anexo 28).

- En cuanto a la consistencia algunas muestras estaban un tanto mas filantes mientras otras estaban completamente duras y caramelizadas; por lo general las que fueron almacenadas en envases plásticos y en pocas cantidades. Esta observación es útil para elegir el material de envase más adecuado y para conocer el tiempo de vida útil aproximado del producto.

- Adicionalmente se puede llegar a la conclusión que la viscosidad del dulce aumenta en el almacenamiento. El agua libre presente en el manjar al principio, se ha ido evaporando poco a poco con el tiempo; esto se puede comprobar porque la cantidad de sólidos ha aumentado en la mayoría de muestras (Anexo 28).

- Defectos como la cristalización en el almacenamiento se verificaron, y las muestras que lo presentaron fueron la 3, 7, 11 y 16, la 11 tenía los cristales más grandes.

- Los análisis de estabilidad de grados Brix se verificarán con mayor detalle una vez que sean repetidas las muestras

elegidas y las condiciones de elaboración sean menos variables en los procesos de las muestras.

Después de haber culminado con la elaboración de las muestras se realizó una pequeña degustación técnica de todas ellas para determinar cuales tenían las mejores características enfocándose en el parámetro más difícil de lograr en el manjar de leche que es la textura untable.

Primera degustación técnica eliminatoria:

En esta se juzga las cualidades comerciales del producto, es exclusiva y eliminatoria, evalúa si la muestra tiene o no el nivel de calidad que se pretende y permite apreciar defectos conociendo las causas que lo provocan [45].

Para el caso del dulce de leche se evaluó la textura de las 20 muestras del diseño de experimento. Dado que para la degustación técnica se requiere un nivel de conocimientos especiales, la misma fue realizada por el director de mi investigación el Ingeniero Patricio Cáceres, quien es una persona con experiencia en la elaboración de productos lácteos. De esta primera degustación fueron escogidas ocho muestras:

TABLA 29

MUESTRAS ELEGIDAS PARA LA REPETICIÓN Y MEJORAMIENTO LUEGO DE LA PRIMERA DEGUSTACIÓN TÉCNICA (29)

Muestra	5R	8R	10R	11R	14R	17R	18R	20R
Tipo de leche	Fresca	Fresca	Polvo	Polvo	Polvo	Mezcla Lf+lp	Mezcla Lf +lp	Mezcla Lf+lp
% De Sólidos lácteos	24%	25%	23%	24%	25%	24%	24%	25%
% De Glucosa	10%	20%	20%	10%	20%	10%	20%	20%

Nota: Se les ha llamado a las muestras por su número inicial y se les ha adjuntado una R que quiere decir repetición, esa será su nueva denominación.

Elaborada por: Erika Roca (2010).

Las muestras elegidas serán repetidas para mejorar su textura y hacer una segunda degustación técnica, un análisis físico de textura y uno de grados Brix. Para esta nueva fase de experimentación se han mejorado algunas de las condiciones del proceso.

Modificaciones del proceso en la repetición de las muestras:

- Se adquirió un refractómetro para utilizarlo durante la elaboración del dulce y medir periódicamente los grados Brix

para de esta manera poder determinar con exactitud el punto final de la concentración que es de 68 a 71º Brix máximo. Es fundamental este punto porque si se lo sobrepasa los rendimientos pueden verse afectados, así como algunas características sensoriales especialmente la textura, por el contrario si hace falta concentrar el dulce, éste no tendrá la consistencia esperada [26].

- El enfriamiento es otra de las operaciones que ha sido modificada, antes se lo hacía al ambiente, ahora se lo realizará colocando la olla que contiene el manjar dentro de una olla con agua a 4ºC aproximadamente, y con ayuda de agitación constante el producto llegará rápidamente hasta 55 ºC. La velocidad de enfriamiento es muy importante pues un descenso lento de la temperatura favorece la formación de grandes cristales, mientras que un descenso rápido facilita la formación de varios cristales de tamaño pequeño [26], pero imperceptibles al paladar.

- El dulce debe ser envasado a una temperatura máxima de 55 ºC, de otra manera se producirían vapores los mismos que se condensan dentro de la superficie interior de la tapa y podrían

facilitar la aparición de hongos en el producto [26]. Por esta razón las muestras de manjar serán envasadas a una temperatura de 50 a 40 ºC.

- Puesto que los envases que se utilizarán para almacenar las muestras de manjar no son completamente herméticos es necesario que los productos permanezcan en refrigeración, aunque se debe recordar que el dulce de leche cristaliza muy rápidamente cuando es sometido a estas temperaturas. Los elementos más propensos a cristalizarse son la lactosa, por su escasa solubilidad a bajas temperaturas y los ácidos grasos de la leche por su elevado punto de fusión. El mejor rango de temperatura para almacenar el manjar es de 12 a 20 ºC, aunque su acción está ligada al uso de materia prima e insumos adecuados [21].

- Otra de las consideraciones importantes para prevenir la cristalización es la cantidad de sacarosa añadida, la misma que siempre deberá estar en relación inversa al porcentaje de sólidos lácteos deseados en el producto final. La proporción de sólidos totales (sol. lácteos + sol de sacarosa) no debe excederse demasiado porque de esta manera habrá menos

cantidad de agua disponible en el manjar y se dificultará la solubilización de la sacarosa presente originando la cristalización de manera más rápida [21].

- Para lograr un color más obscuro en el manjar se procesarán cantidades de leche mayores a las del diseño de experimento, para que de esta forma el dulce se concentre lentamente y la reacción de Maillard pueda llevarse a cabo de mejor manera produciendo más cantidad de melanoidinas, que son los pigmentos responsables del color café del manjar [21].

- Al procesar cantidades similares de leche en la elaboración de las muestras se podrán establecer de manera más exacta diferencias en rendimientos, tiempos de concentración y características finales, al aplicar las diferentes formulaciones.

Las modificaciones en la elaboración de las muestras están dirigidas especialmente a lograr una buena textura en el manjar y a evitar la posterior cristalización que es uno de los defectos más comunes.

El procedimiento básico es el mismo que en las figuras 3.8, 3.9 y 3.10 con dos diferencias, una es que a medida que la concentración

avanza se han medido por intervalos los grados Brix y la temperatura, y la otra diferencia es en el enfriamiento que se realizó de manera más rápida como se indicó en las modificaciones.

En el anexo 29 se presenta la tabla del resumen de los balances de materia de las muestras repetidas. Y en el anexo 30 se encuentra la tabla con las formulaciones y condiciones de proceso de cada muestra.

Luego de la elaboración y del análisis de los procesos se concluyó que:

- Usando cantidades similares de materia prima en todas las pruebas y llegando a concentraciones finales casi iguales, se puede comprobar la influencia de las diferentes materias primas y formulaciones sobre los rendimientos y los tiempos de concentración en los distintos procesos. En todas las pruebas se utilizó 1 kg de leche a procesar y se llegó hasta aproximadamente 70 ºBrix; con estas condiciones similares sí se puede comparar:

- Empezando por el tipo de materia prima, si se comparan las muestras 5R, 11R y 17R se registra el menor tiempo de concentración en la muestra elaborada con la mezcla de ambas leches que es la 17 R, también es la que tiene el más alto rendimiento de las tres. En las muestras 8R, 14R y 20 R la que se concentró más rápidamente también es la elaborada con la mezcla 20 R, y los rendimientos de las tres son iguales.

- Comparando las muestras 18R con 20R se observa que la cantidad de sólidos lácteos deseados influye inversamente en el rendimiento del manjar de leche. La 18R es la que tiene menor cantidad de sólidos lácteos y mejor rendimiento.

- La muestra que parece presentar más beneficios técnicos en el proceso según el anexo 30 es la 17R o 341 pues reúne las siguientes características: tuvo uno de los más altos rendimientos (40%) y su punto final de concentración fue de 70 ºBrix.

- Al tener los más bajos rendimientos sumados a altos tiempos de concentración las muestras que presentan las mayores desventajas técnicas en el proceso son la 8R y la 11R.

El propósito de llevar a cabo los análisis sensoriales en la etapa experimental de esta tesis es el de determinar el impacto que tiene la sustitución de la leche en polvo por la leche fresca dentro de la formulación del dulce de leche, según la percepción de los consumidores.

Inicialmente en el diseño de experimento se planteó la elaboración de 20 muestras con tres tipos de materia prima: leche fresca, leche en polvo reconstituida y una mezcla que lleva el 50% de cada tipo de leche antes mencionado; de este grupo ocho muestras fueron seleccionadas como las mejores en cuanto al parámetro de textura durante la primera degustación técnica.

Inicialmente las ocho muestras escogidas iban a ser evaluadas por un panel de catadores no entrenados a través de una prueba de preferencias con escala hedónica, donde se iban a evaluar dos atributos textura y sabor. Sin embargo este es un número demasiado grande de muestras y por lo tanto la degustación se vuelve tediosa, confusa y el paladar se fatiga. Mucho más si se habla de catadores sin experiencia.

Por este motivo se ha decidido reducir el número de muestras a ser catadas por medio de una segunda degustación técnica más detallada con ayuda de un panel sensorial de la empresa Nestlé. A continuación se describe como fue llevada a cabo.

Segunda degustación técnica eliminatoria:

Objetivo de la prueba: Por medio de un panel de catadores técnicos se determinarán atributos generales que debe tener un dulce de leche, y según las calificaciones que obtenga cada muestra se seleccionarán las mejores, reduciendo su número para posteriormente hacer una evaluación sensorial con el fin de conocer las preferencias de los consumidores.

Tipo de prueba: Degustación para mapeo de preferencias.

Número y tipo de panelistas: 5 Panelistas técnicos de la empresa Nestlé.

Número de muestras a evaluarse: Una de referencia y siete para realizar la comparación.

Lugar: Comedor de la empresa Nestlé.

Atributos a evaluarse: Se presentan en la tabla a continuación.

TABLA 30

ATRIBUTOS A EVALUARSE EN LA SEGUNDA DEGUSTACIÓN TÉCNICA (30)

Atributos generales	Atributos específicos
Sabor	Sabor lácteo
	Sabor dulce
Textura	Textura arenosa
	Viscosidad
Aroma	Aroma láctea
Color	Intensidad de color

Elaborado por: Erika Roca (2010)

Muestras a evaluarse: Son las ocho escogidas en la primera degustación técnica, las mismas que fueron repetidas y mejoradas. Para facilidad de identificación a este grupo de muestras se lo llamará con las siguientes siglas: MR1 que quiere decir (Muestras repetidas 1).

A continuación en la tabla se presentan sus características y códigos.

TABLA 31

CARACTERÍSTICAS Y CODIFICACIONES DE LAS MUESTRAS MR1 PARA LA SEGUNDA DEGUSTACIÓN TÉCNICA (31)

# de Muestra	Tipo de leche	% de Sólidos Lácteos	% de Glucosa	Código
5R	Fresca	24%	10%	141
11R	Reconstituida	24%	10%	241
17R	Mezcla lf+lr	24%	10%	341
14R	Reconstituida	25%	20%	252
20R	Mezcla lf+lr	25%	20%	352
10R	Reconstituida	23%	20%	232
18R	Mezcla lf+lr	24%	20%	342
8R	**Fresca**	**25%**	**20%**	**"R"**

Nota: Ver Tabla 43 Valores de las codificaciones de las muestras

Elaborada por: Erika Roca (2010).

Procedimiento de la degustación:

Tratándose de una degustación más específica que la primera se explicará con detalle su procedimiento.

Se les pidió a los cinco panelistas que evaluaran las siete muestras presentadas en la tabla según los atributos indicados; si a ellos les gustaba el atributo debían usar un visto, de lo contrario una equis. Ellos usaron como referencia a la muestra "R", que fue elaborada con leche fresca, 25% sólidos lácteos y 20% de glucosa y fue escogida

como ejemplar porque es la que lleva la formulación más parecida a los dulces de leche tradicionales.

Para la interpretación de resultados se utilizará la siguiente tabla con las valoraciones de atributos calificados:

TABLA 32

VALORACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS ATRIBUTOS PARA LA SEGUNDA DEGUSTACIÓN (32)

Atributos generales	Símbolo	Interpretación	Valoración
Sabor lácteo	X	Ausencia	0
	Visto	Presencia	1
Sabor dulce	X	Muy dulce o no dulce	0
	Visto	Agradable	1
Textura arenosa	X	Presencia de grumos	0
	Visto	Ausencia de grumos	1
Viscosidad	X	Poco o demasiado viscoso	0
	Visto	Buena viscosidad	1
Aroma láctea	X	Ausencia	0
	Visto	Presencia	1
Intensidad de color	X	Agradable	0
	Visto	No Agradable	1

Elaborada por: Erika Roca (2010).

Se elaboró un cuestionario para los catadores, el mismo que se encuentra como anexo 31.

Resultados:

A cada catador se le entregó una hoja de evaluación y se le pidió que analizara los atributos como se indica en la tabla 32, en base a vistos y equis interpretadas después como unos y ceros respectivamente. De cada catador se obtuvo una tabla de resultados como la que se presenta a continuación.

TABLA 33

EJEMPLO DE TABLA DE RESULTADOS DE DEGUSTACIÓN TÉCNICA POR CATADOR (33)

Catador:	Carlos		#1				
Muestra:	**252**	**141**	**241**	**341**	**232**	**352**	**342**
Atributo:							
Intensidad de color	0	1	1	1	0	0	0
Sabor a leche	0	1	0	1	0	1	0
Dulzor	0	1	0	0	0	1	1
Textura grumosa	1	1	0	0	1	0	1
Viscosidad	0	1	1	1	0	0	1
Aroma lácteo	1	1	1	0	0	1	0
Sabor Residual	0	1	0	0	0	0	0
Total:	2	7	3	3	1	3	3

Elaborada por: Erika Roca (2010).

Después de obtener los resultados de cada catador, estos fueron compilados en una sola tabla que presenta las calificaciones totales que recibió cada muestra:

TABLA 34

RESULTADOS DE LA SEGUNDA DEGUSTACIÓN TÉCNICA (34)

Puntajes finales de las muestras según catadores							
Muestra	**252**	**141**	**241**	**341**	**232**	**352**	**342**
Catadores							
1	2	7	3	3	1	3	3
2	2	5	3	0	0	0	0
3	6	5	4	6	0	0	0
4	1	2	5	7	1	4	7
5	0	0	0	0	6	0	7
Total	11	19	15	16	8	7	17
Promedio=	13,29						

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Una vez obtenidos los puntajes, se calcula el promedio entre estos y las muestras con calificaciones mayores al promedio serán las elegidas para la evaluación sensorial.

TABLA 35

MUESTRAS ELEGIDAS EN LA SEGUNDA DEGUSTACIÓN TÉCNICA (35)

# de Muestra	Tipo de leche	% de Sólidos Lácteos	% de Glucosa	Código
5R	Fresca	24%	10%	141
11R	Reconstituida	24%	10%	241
17R	Mezcla lf+lr	24%	10%	341
18R	Mezcla lf+lr	24%	20%	342

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Aunque la muestra 141 obtuvo el puntaje más elevado no será evaluada en el análisis sensorial ya que está elaborada a base de leche fresca y el fin de esta tesis es obtener una formulación de manjar de leche remplazando total o parcialmente la leche fresca por la leche en polvo. Por este motivo sería un tanto incoherente que la muestra 141 sea catada también. A esta última se la incluyó anteriormente en el panel técnico únicamente para conocer que tan buena percepción tenían los catadores.

Una vez elegidas las mejores muestras de todas las que fueron elaboradas en el diseño de experimento, se procedió a realizar la evaluación sensorial de éstas.

3.4. Análisis Sensorial:

Objetivo de la prueba: Conocer cuál de las formulaciones elegidas es la que tiene mayor aceptación por los consumidores.

Tipo de prueba: Aceptación con escalas ponderadas.

Con este tipo de prueba se podrá conocer la reacción del catador ante las tres muestras con diferentes formulaciones.

Las escalas ponderadas se utilizarán para conocer la calificación global que obtuvieron las muestras. A cada atributo se le asigna una escala de preferencias y una valoración a cada punto de la escala, resultando la calificación global como la suma de las resultantes de cada atributo [45].

Numero de panelistas: 30.

Tipo de panelistas: Juez consumidor no entrenado.

Las personas que realicen la degustación del producto no deben ser expertas en análisis sensorial, pero si es necesario que tengan un criterio formado para realizar pruebas de aceptación. Adicionalmente es importante que los catadores elegidos estén dentro del medio social y cultural al que va destinado el producto.

Número de muestras a evaluarse: Tres muestras con diferentes formulaciones.

TABLA 36

MUESTRAS PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE ACEPTACIÓN (36)

# de Muestra	Tipo de leche	% de Sólidos Lácteos	% de Glucosa	Código
11R	Reconstituida	24%	10%	241
17R	Mezcla lf+lp	24%	10%	341
18R	Mezcla lf+lp	24%	20%	342

Elaborada por: Erika Roca (2010).

Lugar: Laboratorio de Bromatología de Ingeniería en Alimentos, FIMCP- ESPOL.

Atributos a evaluarse: En la segunda evaluación técnica se determinó cuáles eran los atributos más importantes a considerarse el momento de analizar las muestras de dulce de leche. Algunos de estos atributos no son detectables, comprensibles o descriptibles para catadores no entrenados, por este motivo en el análisis que ellos realizaron los atributos se han resumido de la siguiente manera:

- Sabor general del producto.
- Viscosidad.
- Aroma.

Adicionalmente se considerará otro atributo importante que es el color, entonces los atributos y escalas con sus respectivas valoraciones ponderadas se presentarán de la siguiente manera:

TABLA 37

ATRIBUTOS A CONSIDERARSE EN LA EVALUACIÓN DE ACEPTACIÓN, SUS ESCALAS Y PONDERACIONES (37)

Atributo	Escala	Ponderación
Sabor	Desagradable	1
	Ligeramente agradable	2
	Ni agradable ni desagradable	3
	Ligeramente agradable	4
	Agradable	5
Viscosidad	Espeso	2
	Normal/Untable	3
	Aguado	1
Aroma	Desagradable	1
	Ligeramente agradable	2
	Ni agradable ni desagradable	3
	Ligeramente agradable	4
	Agradable	5
Color	Me gusta	2
	No me gusta	1

El color tiene solo dos puntos en la escala porque se quiere conocer de manera general cual de los colores de las muestras prefieren los catadores, pero estos datos no se usarán para el análisis de varianza que se presentará en la sección 3.7 de este capítulo.

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Elección de los catadores:

Primero se analizó cuales podrían ser los consumidores potenciales de este producto y se determinó que el dulce de leche es un alimento que agrada a personas de casi todas las edades. Niños desde cuatro años, adolescentes, adultos jóvenes y adultos maduros hasta aproximadamente 50 años, todos ellos de un nivel económico de medio a alto.

Sin embargo no se puede generalizar ya que el producto en cuestión es dulce y esto provoca ciertas limitantes por ejemplo puede ser del agrado de adultos mayores de 50 años pero por problemas de salud específicamente de diabetes no lo pueden consumir. Otro impedimento es la cantidad de calorías que aportan los dulces en general, por ende habrán personas jóvenes especialmente mujeres que por la dieta que llevan tampoco consumirían este producto. Para niños menores de cuatro años podría ser perjudicial ya que su estómago aún no puede digerir correctamente ciertos alimentos, así como para personas intolerantes a la lactosa o que presentan alergia a este azúcar.

Para que los resultados de este análisis sensorial sean significativos se eligió el grupo de personas de 16 a 50 años, la mayoría entre 16 y

30, individuos con un criterio formado y capaces de percibir diferencias, además consumidores regulares del producto ya que pertenecen a un nivel económico de medio a alto.

Procedimiento de la evaluación sensorial:

A cada panelista se le entregó una pequeña cantidad de las tres muestras que se mencionaron anteriormente 241, 341 y 342 todas ellas codificadas, además del cuestionario de evaluación donde constan los atributos sabor, aroma, viscosidad y color. Los catadores evaluaban las muestras en el orden que les indicaba el cuestionario. Para el análisis de sabor debían usar una cuchara de plástico y para la textura o viscosidad era necesario untar el majar en una galleta con ayuda de una paleta de madera, luego debían percibir el olor y observar sus colores indicando si eran o no de su agrado. Después de terminar la cata de una muestra y empezar la siguiente debían beber agua y comer galletas (sin sal) para neutralizar los sabores y que la percepción no se altere.

En el anexo 32 se presenta la hoja de evaluación que se les entregó a los catadores.

Resultados de la evaluación sensorial:

En ésta simplemente se determinaron cuál o cuáles fueron las mejores muestras según las preferencias del consumidor y los puntajes otorgados a cada una.

En este capítulo se colocarán las calificaciones generales que recibió cada muestra, pero es de suma importancia hacer un análisis estadístico con estos valores para conocer si hay diferencias significativas por cada atributo evaluado al usar una formulación u otra.

La recopilación de datos estadísticos y el análisis de varianza se presentan en la sección 3.7 de esta tesis.

En la tabla 38 se encuentra la sumatoria de las calificaciones logradas por las muestras según el criterio de cada catador.

En el anexo 33 están los resultados individuales por muestra, por atributo y por catador.

TABLA 38

PUNTAJES GENERALES DE LAS MUESTRAS EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE PREFERENCIA (38)

Resultados			
Muestra	**241**	**341**	**342**
Atributo			
Sabor	128	131	120
Textura	80	75	58
Aroma	124	124	119
Color	60	55	52
Total	392	385	349

Elaborado por: Erika Roca (2010)

Conclusiones:

- La muestra que recibió el mejor puntaje es la 241, sin embargo si se toma en cuenta la calificación individual por atributos se observa que en sabor la 341 es la mejor, en textura la 241, en aroma son ambas 241 y 341 y por último en color lo es la 241.

- No se puede escoger únicamente la muestra con el mayor puntaje, se debe primero hacer un análisis estadístico de los resultados. Las muestras que no presenten diferencias

significativas entre una y otra serán elegidas para someterlas a un nuevo análisis sensorial discriminativo de comparaciones múltiples tomando como referencia una muestra del mercado elaborada con leche fresca.

No solo el análisis cuantitativo es importante, en las hojas de evaluación se incluyó la opción de escribir comentarios de los catadores, y haciendo un resumen de sus opiniones se puede mencionar que:

- La muestra 341 es la que recibió mayor cantidad de comentarios positivos en cuanto a sabor, aroma y viscosidad, incluso de un catador a quien no le gustaba el dulce de leche.

- Como comentarios generales a cerca del aroma hay una divergencia de criterios; uno de de los catadores cree que el manjar no debe tener olor alguno porque el aroma característico lácteo no es apreciado por ciertas personas a las que no les gusta consumir leche, mientras que para otro catador el olor es importante porque así se atrae más al consumidor.

El análisis estadístico de los datos de esta primera evaluación sensorial se encuentra en la sección 3.7. De éste se concluye que es necesario hacer una nueva evaluación sensorial con las muestras 241 y 341, la misma que se detalla a continuación.

Análisis Sensorial 2:

En el análisis de varianza realizado en las muestras de la primera evaluación sensorial se determinó que la muestra 342 presentaba diferencias significativas a un nivel de confianza del 95% en el parámetro de textura respecto de la 341 y 241 (ver sección 3.7, tabla 53). Por esta razón la primera fue eliminada y ahora se desea conocer entre las dos muestras restantes 341 y 241 cuál de ellas es la más parecida al dulce de leche tradicional según la apreciación de los consumidores.

Objetivo: En esta evaluación se tienen dos muestras de dulce de leche que incluyen leche en polvo dentro de su formulación, y se desea conocer cuál de ellas es la que presenta las características más parecidas a las de un dulce de leche tradicional. La muestra

elegida será la base para la formulación y caracterización del producto final.

Tipo de prueba: La prueba comparaciones múltiples sirve para analizar un número grande de muestras, y aunque en la evaluación a realizarse en esta tesis el número de muestras es pequeño, se eligió este tipo de prueba porque es la que más se ajusta al objetivo del análisis. La prueba de Scheffé sería la adecuada, sin embargo es obsoleta y actualmente no se aplica en la industria alimentaria [46] por eso ha sido descartada. La prueba de comparaciones múltiples permite hacer la comparación de varias muestras refiriéndolas a un estándar o muestra de referencia y resulta muy útil para evaluar el efecto de variaciones en una formulación o en la sustitución de un ingrediente [46]. Para el caso de esta tesis se ha cambiado la formulación del dulce de leche tradicional y se ha sustituido la leche fresca por la leche en polvo, es por esta razón que se ha elegido dicho tipo de prueba.

Numero de panelistas: La prueba de comparaciones múltiples requiere de 7 a 15 jueces entrenados [46], sin embargo es sumamente complicado encontrar jueces expertos en catar dulce de leche, por esta razón se tomó la decisión de utilizar 30 panelistas que

si bien no son entrenados tienen algo de conocimiento en la materia de evaluación sensorial.

Tipo de panelistas: La razón por la que la prueba de comparaciones múltiples requiere de catadores entrenados se debe a que las muestras a analizar son demasiadas y solo un experto podría detectar ciertas diferencias casi imperceptibles sin fatigarse o perder el sentido de la percepción fácilmente. Pero en el caso particular de esta evaluación sensorial el número de muestras son dos y una de referencia, por lo tanto no es necesario que los catadores tengan mucha experiencia ya que el análisis es relativamente fácil. Sin embargo de los 30 catadores el 80% son personas con algo de conocimientos a cerca de alimentos y evaluación sensorial. Adicionalmente se menciona que están dentro del grupo de consumidores potenciales, sus edades van de los 17 a 45 años y pertenecen a un nivel económico de medio a alto.

Lugar: Laboratorio de Investigación y Desarrollo- ESPOL.

Número de muestras a evaluarse: dos y una de referencia.

A continuación se presentan sus características generales.

Tabla 39

Muestras para el segundo análisis sensorial (39)

Muestra de referencia					
Código					
"R"	Dulce de leche		**Ingredientes según etiquetado**		
	Tipo I		Leche entera, azúcar, bicarbonato de sodio, lactasa.		
	Marca	El Kiosco			
Muestras experimentales					
Código	Tipo de leche	% sólidos lácteos	% De Glucosa	**Ingredientes generales de amabas muestras**	
341 R2	Mezcla lp + lf	24%	10%	Leche entera, azúcar, glucosa, bicarbonato de sodio, lactasa	
241 R2	Reconstituida	24%	10%		

Nota: Por facilidad de identificación se cambiado el código de ambas muestras experimentales adjuntándoles una R y un 2, entonces la denominación queda como **341R2 y 241R2**.

Elaborada por: Erika Roca (2011)

Atributos a evaluarse:

- Untabilidad.
- Grumosidad.
- Dulzor.

Procedimiento:

- Lo primero que se hizo fue la repetición de las muestras 241 y 341, bajo el proceso de elaboración de la figura 3.9 para la 241 y figura 3.10 para la 341. Las formulaciones para cada una fueron las presentadas en la tabla 39, y cabe recordar que la nueva denominación de estas muestras es 341R2 y 241R2. En el anexo 34 se presentan sus balances de materia completos y en el anexo 35 las características de su formulación, proceso y producto final.

- Luego de esto se buscó en el mercado una muestra de dulce de leche con la composición muy parecida a las dos experimentales que se iban a evaluar (241 y 341). Esta fue tomada como muestra de referencia “R” y se describieron sus características en la tabla 39.

- Una vez que se tuvieron las tres muestras listas se procedió a realizar la evaluación sensorial, se formó el panel y se les impartió las instrucciones a los catadores. El cuestionario que se les entregó se encuentra en el anexo 36.

- Concluido el análisis sensorial se hizo la interpretación de resultados para la recopilación de datos, los mismos que fueron sometidos a un análisis de varianza para detectar diferencias significativas entre las muestras por cada atributo evaluado. Estos resultados se encuentran en la sección 3.7.

Interpretación de resultados:

Se pidió comparar tres atributos y para esto se usaron las escalas presentadas en el anexo 36. La interpretación de los resultados se realizó con ayuda de la siguiente tabla:

TABLA 40

INTERPRETACIÓN DE LAS ESCALAS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE COMPARACIONES MÚLTIPLES (40)

Parámetro	Puntaje
Untabilidad	
Nada de diferencia	5
Mas untable que R	
Diferencia Moderada	6
Mucha diferencia	7
Menos untable que R	
Diferencia Moderada	4
Mucha Diferencia	3

Nota: para los parámetros de grumosidad y dulzor se usarán las mismas escalas.

Elaborada por: Erika Roca (2010).

A más de las escalas, al final del cuestionario hay una pregunta más, que tiene que ver con la preferencia general de los jueces entre las tres muestras evaluadas.

Resultados:

Los resultados individuales de la evaluación por catador, muestra y atributo se encuentran en el anexo 37. Estos datos han sido sometidos a un análisis estadístico de varianza el mismo que se encuentra en la sección 3.7. Únicamente la pregunta adicional sobre cuál de las muestras agradaba mas a los jueces ha sido incluida en esta sección. A continuación se presentan sus resultados generales en la tabla 41.

TABLA 41

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE COMPARACIONES MÚLTIPLES (ESPECÍFICA PARA LA ÚLTIMA PREGUNTA DEL CUESTIONARIO) (41)

¿Cuál de las muestras le gusto más?		
Muestra	**Votos**	**Porcentaje %**
341 R2	12	40
241 R2	10	33
"R"	8	27
Total	**30**	**100**

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Conclusiones:

- La última pregunta del cuestionario se realizó para tener una noción de la preferencia de los consumidores por una de las muestras elaboradas en este trabajo frente a una muestra del mercado, y también para tener otro factor como base para la elección de la formulación definitiva de este producto.

- En la tabla 62 se observa que el 40 % de los evaluadores prefieren la muestra 341, el 33% la 241 y el 27% prefieren la muestra del mercado. Esto indica no solo que las formulaciones propuestas en esta tesis para dulce de leche

son aceptadas por los consumidores, sino que son las favoritas frente a una posible competencia en el mercado.

- La muestra 341 fue la que obtuvo mayor cantidad de votos. Este es otro factor que influye muchísimo en la elección de una u otra formulación, ya que uno de los principales objetivos en la creación de un alimento es que guste al consumidor.

3.5. Análisis físico:

El tipo de análisis físico que se realizó en el manjar es de textura.

Objetivo principal: Comparar el parámetro de textura en las muestras realizadas en la experimentación con algunas muestras del mercado. El objetivo secundario es comparar los resultados obtenidos del equipo “Texture analyzer” que son datos técnicos y precisos, con la apreciación del consumidor en la evaluación sensorial de textura.

Introducción:

Existen una gran variedad de atributos que influyen en la textura de un alimento, algunos relacionados con su comportamiento mecánico como es la viscosidad, consistencia, dureza, cohesividad, grado de deformación, masticabilidad, entre otras; y además están los atributos relacionados con la geometría del alimento y con el tamaño y forma de sus partículas como la granulosidad y la arenosidad [47].

La textura de los alimentos se determina principalmente por su contenido de agua y grasa y por los tipos y proporciones de sus componentes [47].

En el caso del dulce de leche su textura depende en gran parte de la cantidad de agua perdida durante la concentración, parámetro que se puede controlar durante el proceso.

La reología de un alimento permite conocer el comportamiento del mismo, la deformación que sufrirá y su flujo al aplicarle determinado esfuerzo. Esta desempeña un papel importante tanto en los sistemas de proceso como en las características sensoriales del alimento [47].

Dentro de la reología el manjar de leche es considerado un fluido no newtoniano y tixotrópico, lo que quiere decir que su viscosidad aparente va a disminuir mientras más se lo someta a esfuerzo cortante o de cizalla [48]. Por este motivo el manjar de leche presenta cambios y debilitamiento de su estructura a medida que transcurre el tiempo [49].

La textura del manjar de leche debe ser cremosa o pastosa, semisólida y sin cristales perceptibles sensorialmente [26].

Método: Texturómetro Brookfield Texture Analyzer CT- 3.

Principio de Operación: El CT- 3 Texture Analyzer somete a la muestra a fuerzas controladas de compresión usando una sonda, o a fuerzas de tensión usando agarraderas, la resistencia del material a estas es medida por la celda de carga y el resultado es mostrado en gramos o Newtons. Estas fuerzas estarán en función de las propiedades de la muestra y los parámetros del tipo de test escogido [50].

FIGURA 3.11 CT3- Texture Analyzer.

Tipo de Test escogido: TPA Test, realiza dos ciclos de compresión en la muestra y reporta cinco parámetros establecidos:

- Dureza 1: pico de carga del primer ciclo de compresión.
- Dureza 2: pico de carga del segundo ciclo.
- Cohesividad: ratio entre A2/ A1. A2 es el área bajo la curva de compresión del segundo ciclo y A1 el área bajo la curva de compresión del primer ciclo.
- Elasticidad: es la medida de la distancia que la muestra regresa luego de ser comprimida hasta la deformación objetivo [50].

Estos parámetros pueden ser calculados o no según los requerimientos del experimento. El CT3 Texture Analyzer cuenta con un software en el cual se establecen todas las condiciones del test y parámetros que se desean obtener. Adicionalmente mientras el

equipo realiza las medidas de textura, presenta gráficas o curvas de los ciclos de comprensión en la muestra y proporciona un informe de resultados al final.

Hay una gran variedad de aplicaciones del CT-3 Texture Analyzer para los alimentos, y tanto en el manual del usuario como en investigaciones y documentos publicados en Internet existen ejemplos de test realizados en diferentes productos alimenticios, sin embargo no se encontró ningún ejemplo de manjar de leche, por lo que, algunos parámetros como la elección de la sonda se establecieron basándose en un ejemplo de análisis de yogurt y con ayuda de experimentaciones preliminares realizadas en el laboratorio a muestras de dulce de leche de manera empírica.

En el software se determinaron las siguientes condiciones para las mediciones de textura de las muestras:

- **Objetivo:** Distancia.
- **Valor meta:** 10 mm.
- **Carga:** 6,8g.
- **Velocidad del Test:** 0,50mm/s.
- **Sonda:** TA 4/1000.

- La sonda escogida es la misma que se utiliza en análisis de textura de yogurt según el manual del equipo [69].

Sonda TA4/1000 38.1mm Diameter cylinder probe: de material acrílico, forma cilíndrica, con 38,1mm de diámetro, 20mm de profundidad y pesa 26g.

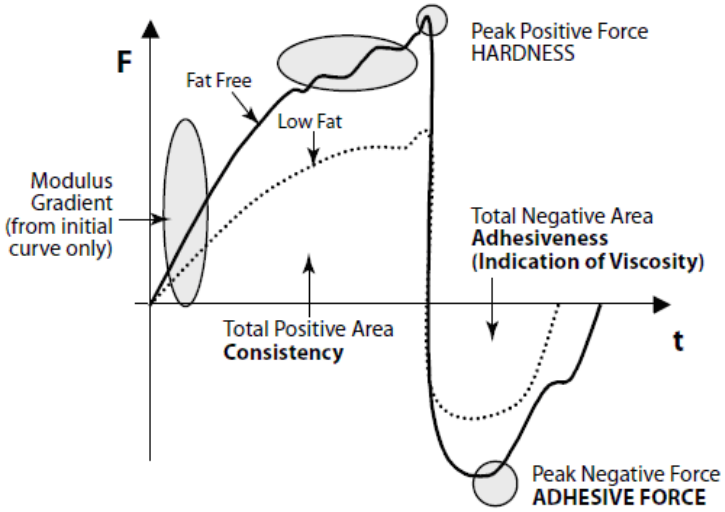
Parámetros a medir:

En los análisis de textura de esta tesis se han medido cinco parámetros.

- **Dureza:** Fuerza necesaria para alcanzar cierta deformación, está dada en (g).
- **Trabajo total realizado o consistencia:** Es la medida de la fuerza entre las moléculas del producto, está dado en (mJ).
- **Cohesividad:** Es el ratio entre A2/A1 donde: A2 es el área bajo la curva de compresión del segundo ciclo y A1 el área bajo la curva de compresión del primer ciclo [50].

A continuación se presenta la siguiente gráfica que pertenece a un análisis de consistencia realizado en yogurt bajo en grasa y libre de

grasa, esto ayudará a comprender mejor algunos de los parámetros a medirse en el dulce de leche:



La gráfica es de fuerza vs tiempo, muestra un solo ciclo de compresión y se observa el comportamiento de ambas muestras de yogurt. El área total positiva bajo la curva es la consistencia del producto, mientras el área negativa representa la adhesividad y esto es un indicador de viscosidad.
El pico más alto de la curva en la región positiva es la dureza del producto y el pico más bajo de la curva en la región negativa es la fuerza de adhesividad.

FIGURA 3.12 Comparación de las consistencias del yogurt bajo en grasa (1%) y del yogurt sin grasa (0,05%).
Fuente: [50] Brookfield CT-3 Texture Analyzer Manual

Procedimiento:

- Se adquirió tres muestras de dulce de leche del mercado y se utilizaron las ocho muestras de manjar a las cuales se les realizó la primera degustación técnica (Grupo MR1).

- Las muestras elaboradas en la etapa de experimentación (MR1) estuvieron almacenadas en refrigeración a 8ºC, pero antes de realizar los análisis de textura todas fueron dejadas al menos 6 horas a temperatura ambiente, esto quiere decir que al momento del test su temperatura era de 26 +/- 1º C.

- Las muestras eran homogenizadas con ayuda de una paleta antes de realizar cada test y eran colocadas en el contenedor sin dejar espacios vacíos o de aire en la muestra. El recipiente era un cristalizador de vidrio de forma cilíndrica de 78 mm de diámetro, la profundidad del cilindro estaba dada por la cantidad de muestra colocada, ésta se encontraba en un rango de 16 a 23 mm. Es muy importante la forma y tamaño que toma la muestra en el contenedor ya que el software requiere de estos parámetros para realizar los test.

- Se escogieron los mismos parámetros para todos los ensayos, por cada muestra se realizaron 3 repeticiones. Posteriormente se elaboró una tabla donde se obtuvieron los promedios de las medidas (Ver Anexo 38).

- Después de cada test se limpió tanto el cristalizador como la sonda para comenzar el análisis con la siguiente muestra.

Muestra de referencia: Se analizaron las siguientes muestras del mercado: dulce de leche Toni, Nestlé y Pucuhuaico, la última fue escogida como referencia para compararla con las muestras MR1, pues era la que visualmente tenía la consistencia más parecida a la de las muestras experimentales.

TABLA 42

MUESTRAS DE EXPERIMENTACIÓN PARA ANÁLISIS DE TEXTURA (42)

Muestras para el análisis de textura				
Muestra de manjar Nestlé				
Muestra de manjar Toni				
Muestra de manjar Agrícola Pucuhuaico				
Muestras experimentales MR 1				
Características de las muestras MR1				
Muestra	**Tipo de leche**	**%Sólidos lácteos**	**%Glucosa**	**Código**
5R	Fresca	24%	10%	141
8R	Fresca	25%	20%	152
10R	Reconstituida	23%	20%	232
11R	Reconstituida	24%	10%	241
14R	Reconstituida	25%	20%	252
17R	Mezcla	24%	10%	341
18R	Mezcla	24%	20%	342
20R	Mezcla	25%	20%	352

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Luego de definir las muestras a utilizarse se realizó el análisis y se obtuvieron los resultados presentados en el anexo 38. De esta tabla se concluye:

Conclusiones:

- **Los parámetros dureza y trabajo total** observados en las muestras experimentales son dependientes uno de otro, si la dureza del material es elevada su consistencia también lo será. Ambos parámetros aumentan su valor a medida que la cantidad de sólidos lácteos en el dulce de leche es mayor. Las muestras 252, 352 y 152 todas ellas con 25% de sólidos lácteos son las que presentan las durezas y las consistencias más elevadas.

  Si se comparan las muestras de la siguiente tabla:

TABLA 43

COMPORTAMIENTO DE DUREZA Y CONSISTENCIA SEGÚN LA CANTIDAD DE SÓLIDOS LÁCTEOS DEL DULCE DE LECHE (43)

Características de las muestras				Dureza (g)	Trabajo (mJ) Consistencia
232	L. rec	20% gluc.	23% sól. lác.	29,67	1,31
252	L. rec	20% gluc.	25% sol. lác	83,83	2,98
342	Mezcla	20% gluc	24% sol. lac	24,33	1,19
352	Mezcla	20% gluc	25% sol. lac.	74,50	2,08

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Se evidencia como el porcentaje de sólidos lácteos es lo que realmente influye de manera directamente proporcional en la dureza y en la consistencia del manjar.

- El porcentaje de glucosa en las muestras aparentemente también influye en su dureza y consistencia. Al comparar dos muestras con la misma materia prima y misma cantidad de sólidos lácteos se observa que (ver tabla 44):

Tabla 44

Comportamiento de dureza y consistencia según porcentaje de glucosa (44)

Características de las muestras				Dureza(g)	Trabajo(mJ) Consistencia
341	Mezcla	10% gluc.	24% sol.lác	38,00	1,54
342	Mezcla	20% gluc	24% sol.lác.	24,33	1,19

Elaborada por: Erika Roca (2010)

A menor porcentaje de glucosa y por ende mayor de sacarosa, la muestra tendrá mayor dureza y será más consistente.

- Posiblemente los manjares industrializados Toni y Nestlé tengan una cantidad de sólidos totales mayor a 25%, y tengan menos del 20% de glucosa en su composición; quizá por estos motivos tengan una consistencia y dureza tan elevada, sin embargo en ocasiones para aumentar la consistencia de algunos dulces los fabricantes les agregan espesantes permitidos como es el caso del manjar Nestlé que en su etiqueta se declara el ingrediente agar.

- El manjar de Agrícola Pucuhuaico es el de aspecto más natural, ya que es elaborado artesanalmente, por esta razón se lo ha escogido como referencia. Al medir sus parámetros se comprueba como su dureza es muy similar a la de la muestra 252.

- **La cohesividad** más elevada presentan las muestras 352 y 252. Este parámetro guarda un comportamiento parecido al de la dureza y la consistencia, pero es independiente de éstos. Dicha observación se aprecia mejor si se ordenan las muestras de manera descendente según su dureza, luego según su consistencia y finalmente según su cohesividad (ver tabla 45).

TABLA 45

ORDEN DE LAS MUESTRAS SEGÚN COMPORTAMIENTOS DE DUREZA, CONSISTENCIA Y COHESIVIDAD (45)

Muestra	Dureza (g)	Muestra	Consistencia (mJ)	Muestra	Cohesividad
252	83,83	252	2,98	352	1,182
352	74,50	352	2,08	252	1,003
152	41,83	152	1,71	152	0,979
341	38,00	341	1,54	141	0,920
232	29,67	232	1,31	232	0,899
141	28,00	141	1,25	241	0,898
342	24,33	342	1,19	341	0,891
241	24,17	241	0,81	342	0,886

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Las muestras están ordenadas de manera exactamente igual en cuanto a dureza y consistencia pero hay pequeñas diferencias en el orden según la cohesividad.

- En cuanto a la cantidad de sólidos lácteos en la formulación se puede decir que a mayor cantidad de éstos mayor cohesividad; lo cual fue evidenciado al comparar las muestras en la tabla 46 elaboradas con la misma materia prima y porcentajes de glucosa, pero diferentes cantidades de sólidos totales.

TABLA 46

COMPORTAMIENTO DE COHESIVIDAD SEGÚN CANTIDAD DE SÓLIDOS LÁCTEOS (46)

Características de las muestras				Cohesividad
232	L. rec	20% gluc.	23% sól. lác.	0,899
252	L. rec	20% gluc.	25% sol. lác	1,003
342	Mezcla	20% gluc	24% sol. lac	0,88
352	Mezcla	20% gluc	25% sol. lac.	1,18

Elaborada por: Erika Roca (2010)

- De ambos grupos de muestras se observa como las que tienen más cantidad de sólidos lácteos son aquellas con la cohesividad mayor.

- El porcentaje de glucosa y sacarosa también influye en la cohesividad, en este caso el comportamiento es igual que en la dureza y en la consistencia. A menor porcentaje de glucosa y mayor porcentaje de sacarosa mayor cohesividad.

TABLA 47

COMPORTAMIENTO DE COHESIVIDAD SEGÚN PORCENTAJE DE GLUCOSA AGREGADO (47)

Características de las muestras				Cohesividad
341	Mezcla	10% gluc.	24% sol.lác	0,891
342	Mezcla	20% gluc	24% sol.lác.	0,886

Elaborada por: Erika Roca (2010)

- Los resultados de cohesividad de los dulces industrializados son bastante similares a los de los dulces de la experimentación.

- Las dos muestras elegidas por los consumidores como las mejores fueron la 241 y 341. Comparándolas con las otras muestras experimentales la primera presenta la dureza y la consistencia más bajas, y una cohesividad baja igualmente; la segunda tiene la dureza y consistencia intermedia y la cohesividad baja.

En el anexo 39 se encuentran tres gráficos de los comportamientos de dureza, consistencia y cohesividad de las muestras experimentales MR 1.

3.6 Análisis químico:

El análisis químico del manjar de leche que se planteó inicialmente para esta sección de la tesis es uno de composición, sin embargo en vista de la dificultad y los altos costos que esto implica se tomó la decisión de hacerlo únicamente en la muestra base para la formulación del producto. En el capítulo 4 dentro de la sección de caracterización se encuentran los valores de este análisis, así como en el anexo 40.

Uno de los parámetros que se determina en los análisis químicos de composición es la concentración de sólidos solubles presentes en el dulce de leche, y una de las maneras más simples de medirla es usando los grados Brix.

Objetivo:

En esta tesis ya se han tomado en cuenta mediciones de grados Brix anteriormente, pero en esta sección representarán al análisis químico relacionándolos con:

- Formulaciones, tiempos y temperaturas de concentración.

- Cambios de color del manjar durante su elaboración y como producto terminado.
- Además se los utilizará como parámetros de estabilidad a lo largo del tiempo de almacenamiento.

Introducción:

Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un alimento expresados en porcentaje de sacarosa disuelta en un líquido, se determinan empleando un refractómetro calibrado a 20ºC [51].

En el caso del manjar los sólidos solubles están representados básicamente por azúcares y otros compuestos, y por lo general van desde los 69 hasta los 74 º Brix según el Protocolo de Calidad Para Dulce de Leche (Argentina) [23].

Figura 3.13 Refractómetro.

Método: Refractómetros de mano, de 28 a 62 ºBrix y de 45 a 80ºBrix.

Principio de operación:

El refractómetro es un instrumento óptico preciso que basa su funcionamiento en el índice de refracción de la luz al atravesar la sustancia o muestra colocada en este. Consta de un espejo el cual dirige la luz hasta una montura metálica con dos prismas, ésta es observada mediante un objetivo que se encuentra junto a una escala graduada la cual permite establecer la posición de la luz respecto a los prismas, la misma que dependerá del índice de refracción de la muestra colocada [52], [53].

Procedimiento:

El análisis de grados Brix se realizó en las muestras MR1 (repeticiones) las mismas que fueron usadas en los análisis sensoriales y de textura (ver tabla 42), las etapas en las que se midió este parámetro fueron: elaboración, producto terminado y almacenamiento.

Grados Brix en la elaboración:

Los objetivos al medir los grados Brix durante el proceso de elaboración fueron: uno verificar si el manjar ya había llegado a la concentración deseada, dos observar la relación que guardan los grados Brix con el tiempo de concentración y la temperatura, tres observar como los grados Brix del manjar influyen en el cambio de color a lo largo de la concentración.

- Los grados Brix fueron medidos con dos refractómetros de mano el primero tenía una escala de 28 a 62 º Brix y el segundo era marca VEE- GEE modelo BX- 4 y con escala de 45 a 80 º Brix.

Durante la elaboración de todas las muestras los grados Brix fueron medidos:

- Al inicio del proceso, cuando se mezclaba la leche con el azúcar y la glucosa.
- Durante la concentración en intervalos de aproximadamente 20 minutos hasta llegar a 100 minutos. A partir de este punto los intervalos eran de 5,

10, 15 y 20 minutos, dependiendo de la cantidad de grados Brix alcanzados.

- En el producto terminado.

- Estos datos se anotaban en una tabla junto con los intervalos de tiempo y datos de temperatura. Los datos ésta fueron usados para elaborar gráficas y observar como variaban los grados Brix en relación al tiempo de concentración. En el anexo 41 se encuentran las tablas y gráficas para cada muestra del grupo MR1.

- Para observar como los grados Brix influían en el color del dulce de leche se tomo como modelo la última muestra (20 R), y cada vez que se medía los grados Brix en los intervalos de tiempo antes mencionados se tomaba una foto del manjar en proceso.

Grados Brix en el producto terminado.

Fueron medidos para relacionar el parámetro de color con el nivel de concentración final alcanzado.

- Se elaboró una tabla con los grados Brix y los colores finales de cada manjar incluyendo a algunos productos del mercado para observar diferencias.

Grados Brix en el almacenamiento:

Básicamente se los midió para comprobar cómo el agua del producto continúa evaporándose en ésta etapa provocando mayor viscosidad en el dulce a medida que el tiempo de almacenamiento avanza.

- Usando el refractómetro de escala 45- 80 se midieron los grados Brix el día de elaboración de las muestras, luego el día de la evaluación sensorial y posteriormente después de un periodo de tiempo de almacenamiento que duró de dos a tres meses. Las muestras permanecieron en refrigeración a una temperatura aproximada de 8º C.

- Se elaboró una tabla en Excel y se observó el comportamiento de los grados brix según el tiempo de almacenamiento en todas las muestras del grupo MR1 (Anexo 42).

Resultados:

Relación de Grados Brix con tiempos de concentración y temperaturas: las tablas y gráficas de cada muestra se encuentran en el anexo 41, sin embargo para el análisis de resultados se ha elaborado la siguiente tabla de resumen:

TABLA 48

RELACIÓN DE GRADOS BRIX RESPECTO AL TIEMPO Y TEMPERATURA DE CONCENTRACIÓN EN EL PROCESO DE MUESTRAS MR1 (48)

Código	Muestra	Tipo de leche	% de Sol. Lácteos	% de Glucosa	Grados Brix alcanzados	Tiempo de conc. (min)	Temp. prom. (ºC)
141	5R	Fresca	24	10	71	135	89,12
152	8R	Fresca	25	20	70	140	89,5
232	10R	Reconst.	23	20	69	130	88,75
241	11R	Reconst.	24	10	72	135	88,71
252	14R	Reconst.	25	20	70	115	89,14
341	17R	Mezcla	24	10	70	110	88,71
342	18R	Mezcla	24	20	70	120	87,57
352	20R	Mezcla	25	20	69	105	88,14

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Al remitirse al anexo 41 y observar en las gráficas “Tiempo de calentamiento Vs grados Brix”, se concluye que lo largo del proceso

de concentración de las muestras, los grados Brix aumentan en relación al tiempo de manera casi lineal.

Para observar la relación de aumento de los grados Brix con el cambio de color del dulce y el tiempo de concentración se elaboró la tabla 49 basándose únicamente en la observación de la muestra 20R y tomando fotografías de su proceso por intervalos de 20 minutos, al mismo tiempo que se medían grados Brix y temperatura.

TABLA: 49

RELACIÓN DEL CAMBIO DE COLOR VS GRADOS BRIX EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL DULCE DE LECHE (49)

Prueba 20 R				
Tiempo (min)	°B	T°	Color	
0	32	84		Blanco
20	35	90		Blanco Crema
40	44	91		Blanco amarillento
60	52	92		Marrón leve
80	60	90		Marrón
100	68	84		Marrón obscuro
105	69	86		Marrón obscuro brillante

Elaborada por: Erika Roca (2010)

A continuación se muestra otra tabla de colores pero de producto terminado, en ella se relacionarán tres cosas: la formulación de las diferentes muestras, el color que presentan y sus grados Brix finales.

TABLA 50

COLOR FINAL DE LAS MUESTRAS, EN RELACIÓN A SU FORMULACIÓN Y GRADOS BRIX FINALES (50)

Código	Muestra	Tipo de leche	% de Sól. Lácteos	% de Glucosa	Grados Brix alcanzados	Tiempo de conc.(min)	Color
1	Toni				65		
2	Nestlé				65		
3	Pucuhuaico				65		
141	5R	Fresca	24	10	71	135	
152	8R	Fresca	25	20	70	140	
232	10R	Reconst.	23	20	69	130	
241	11R	Reconst.	24	20	72	135	
252	14R	Reconst.	25	20	70	115	
341	17R	Mezcla	24	20	70	110	
342	18R	Mezcla	24	20	70	120	
352	20R	Mezcla	25	20	69	105	

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Por último en el anexo 42 se presenta la tabla más importante la cual ayudará a determinar la estabilidad del dulce de leche presentando la variación de los grados Brix de las muestras según el tiempo de almacenamiento.

Conclusiones:

- Todas las muestras alcanzaron de 69 a 72 grados Brix finales lo cual indica que todas están dentro de los parámetros establecidos por las normas.

- En promedio las temperaturas de concentración en todas las muestras va desde los 87 a los 89 grados centígrados. El proceso es a baño maría, sin embargo se logra alcanzar los 70º Brix sin llegar a temperaturas tan elevadas como en el calentamiento directo.

- Las muestras 352, 341 y 252 fueron las que alcanzaron los grados Brix deseados en los menores tiempos. Las dos primeras (352 y 341) fueron elaboradas con la mezcla de ambas leches, con 25 y 24 % de sólidos lácteos respectivamente; y la 241 fue elaborada con leche reconstituida y 25% de sólidos lácteos.

- Al comparar los dos grupos de muestras (141, 241, 341) y (152, 252, 352) se observó cómo las elaboradas con la mezcla

de leche fueron las que alcanzaron los grados Brix deseados en los menores tiempos posibles.

- Mientras mayor sea la cantidad de sólidos lácteos en el manjar el proceso de concentración es más veloz. Esto se comprobó al comparar las muestras 232 con 252 y 342 con 352. Ver tabla 48.

- En cuanto al cambio de color del manjar a lo largo del proceso, se concluyó que en el intervalo de los 60 a 80 minutos es cuando ocurre la gran transición de color amarillo crema a marrón, cuando el dulce ha alcanzado los 60º Brix. El brillo aparece en las etapas finales de la concentración al momento en que el manjar empieza a tomar una consistencia más viscosa, esto es después de los 100 minutos cuando el dulce alcanza aproximadamente 68 º Brix.

- Las muestras del mercado, Toni, Nestlé y Pucuhuaico, todas tenían 65 º Brix, pero la del color más intenso era la de Toni. No se conoce con detalle el proceso de elaboración ni las formulaciones de estas muestras pero al juzgar por los ingredientes y los grados Brix, deberían tener colores similares

a las muestras de experimentación, sin embargo son muy diferentes en cuanto a intensidad del marrón.

- En las muestras experimentales las mayores intensidades de color presentan las muestras con grados Brix altos, la 241 con 72º Brix y 141 con 71 °Brix, el resto de muestras presentan casi la misma intensidad de marrón y entre 70 y 69 º Brix.

- En cuanto a la estabilidad no se puede llegar a una conclusión definida ya que las muestras fueron elaboradas en diferentes días. Además luego del primer análisis éstas no fueron almacenadas en iguales cantidades, por esta razón la muestra 341 es la que aparentemente presentó la menor estabilidad pues su variación total de grados Brix fue de 5 y precisamente la cantidad almacenada de ésta para el segundo análisis era demasiado pequeña, lo que facilitaba la evaporación del agua a una mayor velocidad en comparación a las otras muestras.

- Por otra parte las muestras que aparentemente tuvieron mayor estabilidad en cuanto a aumento de grados Brix en el almacenamiento fueron la 241 y 342 que alcanzaron 72 y 70

grados Brix respectivamente como producto terminado y apenas 73 y 71 en el almacenamiento.

3.7. Recopilación de los datos estadísticos.

En esta sección se trabajará con dos grupos de datos, los del análisis sensorial 1 o de aceptación y los del análisis sensorial 2 o de comparaciones múltiples. Los datos se encuentran en los anexos 33 y 37, fueron tabulados en hojas de cálculo de Excel y procesados mediante un programa estadístico llamado StatGraphics 5.0. El análisis realizado fue el de varianza ANOVA y sus resultados se presentan a continuación en las siguientes tablas.

TABLA 51

DATOS PARA EL ANOVA DE TEXTURA (EVALUACIÓN DE PREFERENCIA) (51)

Datos para el ANOVA de Textura	
Variable Dependiente	Calificación
Factor	# De muestra
Número de observaciones	90
Número de niveles	3
Muestras analizadas	241, 341 y 342

Elaborada por: Erika Roca (2010)

TABLA 52

ANÁLISIS DE VARIANZA DE TEXTURA (EVALUACIÓN DE PREFERENCIA) (52)

Análisis de la varianza					
Fuente	**Sumas de cuadrados**	**G1**	**Cuadrado medio**	**Cociente-F**	**P- valor**
Entre grupos	8,86667	2	4,43333	7,14	0,0013
Intra grupos	54,0333	87	0,621073		
Total (corr.)	62,9	89			

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Puesto que el p- valor del test F es inferior a 0,05, hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las calificaciones de textura de las muestras. Este análisis fue calculado con un nivel de confianza del 95%. Para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras se ha realizado a continuación un test de rangos múltiples.

TABLA 53

TEST DE RANGOS MÚLTIPLES PARA DATOS DE TEXTURA (EVALUACIÓN DE PREFERENCIA) (53)

Contraste múltiple de rango para calificación textura según número de muestra			
Método:	95,0 %		
Prueba:	HSD de Tukey		
# De muestra	**Frecuencia**	**Media**	**Grupos homogéneos**
342	30	1,93333	X
341	30	2,50000	X
241	30	2,66667	X
Contraste	**Diferencias**		**Límites**
M 241- M 341	0,166667		0,485212
M 241- M 342	*0,733333		0,485212
M 341- M 342	*0,566667		0,485212

Elaborada por: Erika Roca (2010)

En el análisis de Tukey se determinan las medias que son significativamente diferentes de otras. El asterisco que se encuentra al lado de los dos pares de muestras (241 -342) y (341-342) indica que los mismos presentan diferencias significativas entre sí a nivel de confianza 95%. En la parte superior de la tabla se identifican dos muestras homogéneas según la alineación de las "X" en la columna y estas son (341 y 241).

TABLA 54

DATOS PARA EL ANOVA DE SABOR (EVALUACIÓN DE PREFERENCIA) (54)

Datos para el ANOVA de Sabor	
Variable Dependiente	Calificación
Factor	# De muestra
Número de observaciones	90
Número de niveles	3
Muestras analizadas	241, 341 y 342

Elaborada por: Erika Roca (2010)

TABLA 55

ANÁLISIS DE VARIANZA DE SABOR (EVALUACIÓN DE PREFERENCIA) (55)

Análisis de la varianza					
Fuente	**Sumas de cuadrados**	**G1**	**Cuadrado medio**	**Cociente-F**	**P- valor**
Entre grupos	2,15556	2	1,07778	1,11	0,3357
Intra grupos	84,8333	87	0,975096		
Total (corr.)	86,9889	89			

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0,05 no hay diferencia significativa entre las calificaciones de sabor de las muestras a un nivel de confianza del 95%.

TABLA 56

DATOS PARA EL ANOVA DE AROMA (EVALUACIÓN DE PREFERENCIA) (56)

Datos para el ANOVA de Aroma	
Variable Dependiente	Calificación
Factor	# De muestra
Número de observaciones	90
Número de niveles	3
Muestras analizadas	241, 341 y 342

Elaborada por: Erika Roca (2010)

TABLA 57

ANÁLISIS DE VARIANZA DE AROMA (EVALUACIÓN DE PREFERENCIA) (57)

Análisis de la varianza					
Fuente	**Sumas de cuadrados**	**G1**	**Cuadrado medio**	**Cociente-F**	**P- valor**
Entre grupos	0,555556	2	0,277778	0,28	0,7555
Intra grupos	85,9000	87	0,987356		
Total (corr.)	86,4556	89			

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Como el p-valor del test F es superior o igual a 0,05 no hay diferencia significativa entre las calificaciones de aroma de las muestras a un nivel de confianza del 95%.

Hasta este momento se han presentado los resultados del primer análisis sensorial, es decir el de preferencia donde los catadores debían elegir entre las muestras 241, 341 y 342 cuál era la mejor tomando en cuenta tres atributos textura, sabor y aroma. Luego del análisis estadístico se determinó que las calificaciones otorgadas a las muestras no presentaban diferencias significativas en cuanto a los atributos de sabor y aroma, pero para el caso de textura sí existían diferencias significativas a un nivel de confianza del 95% entre los pares 241- 342 y 341- 342; por lo tanto se tomó la decisión de excluir la muestra 342, la misma que no era homogénea respecto a las otras dos, y que además obtuvo el puntaje general más bajo otorgado por los jueces (ver tabla 38). Pues bien ahora existen dos posibles formulaciones, la de las muestras 241 ó 341. Por este motivo se optó por realizar una segunda evaluación sensorial, pero esta vez se trata de una de comparaciones múltiples, con el fin de conocer cuál de estas formulaciones finalistas es la que tiene menores diferencias con una muestra de dulce de leche tradicional del mercado. Dicha evaluación se encuentra descrita en la sección 3.4 y los resultados de la misma en el anexo 37.

En las tablas siguientes se reporta el análisis de varianza que se hizo usando los datos de la evaluación de comparaciones múltiples.

TABLA 58

DATOS PARA EL ANOVA DE UNTABILIDAD (EVALUACIÓN DE COMPARACIONES MÚLTIPLES) (58)

Datos para el ANOVA de Untabilidad	
Variable Dependiente	Calificación
Factor	# De muestra
Número de observaciones	60
Número de niveles	2
Muestras analizadas	241 y 341

Elaborada por: Erika Roca (2010)

TABLA 59

ANÁLISIS DE VARIANZA DE UNTABILIDAD (EVALUACIÓN DE COMPARACIONES MÚLTIPLES) (59)

Análisis de la varianza					
Fuente	**Sumas de cuadrados**	**G1**	**Cuadrado medio**	**Cociente-F**	**P- valor**
Entre grupos	5,4	1	5,4	5,80	0,0192
Intra grupos	54,0	58	0,931034		
Total (corr.)	59,4	59			

Elaborada por: Erika Roca (2010)

El p- valor del test es F es inferior a 0,05, esto indica que sí hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las calificaciones de las muestras 241 y 341, con un nivel de confianza del 95%. Para determinar las medias que son significativamente diferentes de otras se ha realizado un test de rangos múltiples.

TABLA 60

TEST DE RANGOS MÚLTIPLES PARA DATOS DE UNTABILIDAD (EVALUACIÓN DE COMPARACIONES MÚLTIPLES) (60)

Contraste múltiple de rango para calificación untabilidad según número de muestra			
Método:	95,0 porcentaje		
Prueba:	HSD de Tukey		
# De muestra	**Frecuencia**	**Media**	**Grupos homogéneos**
241	30	4,8	X
341	30	5,4	X
Contraste	**Diferencias**		**Límites**
M 241- M 341	*0,6		0,498702

Elaborada por: Erika Roca (2010)

El test de rangos múltiples es aplicable cuando se tiene una gran cantidad de muestras, pero para el caso de este análisis no es tan práctico ya que se están comparando solo dos muestras entre sí. Sin embargo la tabla 60 presenta el valor de la diferencia entre las

medias de las calificaciones de ambas muestras, que es de 0,6, mayor al valor límite o diferencia mínima significativa que es de 0,498. Por esta razón se concluye que al comparar ambas muestras 241 y 341 son significativamente diferentes en cuanto al parámetro de untabilidad a un nivel de confianza del 95%.

Pero lo que en realidad se desea conocer en este análisis es cuál de las muestras 341 o 241 es más parecida a la de referencia; para que una de las dos sea igual a la de referencia su media debía ser 5. Este no es el caso, la media de la 341 es de 5,4 y la media de la 241 es de 4,8 y si se observan las escalas de valores de la tabla 40, se concluye que ambas muestras tienen prácticamente la misma untabilidad que la de referencia según las medias, pero la 341 es ligeramente más untable que "R" y la 241 ligeramente menos, aunque esta diferencia no sea significativa debido a lo siguiente:

Media de 241= 4,8
Media de 341= 5,4

Valor que indica igualdad de muestra experimental con muestra de referencia = 5 (según escala)

Diferencia entre media de 241 y 5= 5-4,8= 0,2

Diferencia entre media de 341 y 5= 5,4-5= 0,4

Valor límite ó Diferencia mínima significativa según ANOVA= 0,498

0,2< 0,498 Entonces no hay diferencia significativa entre 241 y "R".

0,4< 0,498 Entonces no hay diferencia significativa entre 341 y "R"

TABLA 61

DATOS PARA EL ANOVA DE GRUMOSIDAD (EVALUACIÓN DE COMPARACIONES MÚLTIPLES) (61)

Datos para el ANOVA de Grumosidad	
Variable Dependiente	Calificación
Factor	# De muestra
Número de observaciones	60
Número de niveles	2
Muestras analizadas	241 y 341

Elaborada por: Erika Roca (2010)

TABLA 62

ANÁLISIS DE VARIANZA DE GRUMOSIDAD (EVALUACIÓN DE COMPARACIONES MÚLTIPLES (62)

Análisis de la varianza					
Fuente	**Sumas de cuadrados**	**G1**	**Cuadrado medio**	**Cociente-F**	**P- valor**
Entre grupos	0,0	1	5,4	0,00	1,0000
Intra grupos	40,9333	58	0,705747		
Total (corr.)	40,9333	59			

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Ya que el p-valor del test F es superior a 0,05, no hay diferencia significativa entre las medias de las calificaciones de grumosidad de las muestras 341 y 241 con un nivel de confianza del 95%.

TABLA 63

DATOS PARA EL ANOVA DE DULZOR (EVALUACIÓN DE COMPARACIONES MÚLTIPLES) (63)

Datos para el ANOVA de Dulzor	
Variable Dependiente	Calificación
Factor	# De muestra
Número de observaciones	60
Número de niveles	2
Muestras analizadas	241 y 341

Elaborada por: Erika Roca (2010).

TABLA 64

ANÁLISIS DE VARIANZA DE DULZOR (EVALUACIÓN DE COMPARACIONES MÚLTIPLES (85)

Análisis de la varianza					
Fuente	**Sumas de cuadrados**	**G1**	**Cuadrado medio**	**Cociente-F**	**P- valor**
Entre grupos	0,0666667	1	0,0666667	0,06	0,8135
Intra grupos	68,8667	58	1,18736		
Total (corr.)	68,9333	59			

Elaborada por: Erika Roca (2010)

Como el p-valor del test es superior a 0,05 no hay diferencia significativa entre las medias de las calificaciones de dulzor de las muestras 341 y 241, a un nivel de confianza del 95%.

Una vez recopilados y procesados los datos estadísticos de los análisis sensoriales es momento de determinar cuál de las formulaciones de dulce de leche con leche en polvo dentro de su composición podría ser la más apta para el desarrollo del producto. En el capítulo 4 se presenta un resumen y análisis de resultados de todas las pruebas sensoriales, físicas y químicas a las que han sido sometidas las muestras elaboradas en la experimentación de este trabajo con el objetivo de llegar a una conclusión definitiva sobre la formulación ideal del dulce de leche, sustituyendo la leche fresca por la leche en polvo en parte o en su totalidad.

CAPÍTULO 4

4. DESARROLLO DEL PRODUCTO.

4.1. Análisis de Resultados.

Al conjunto de muestras de dulce de leche elaboradas en el diseño de experimento se les sometió a una serie de distintas pruebas hasta llegar a seleccionar dos de ellas como las mejores y según los resultados estas son las muestras 341 y 241. A continuación en la presente sección se analizará cuál de ellas deberá ser la base para el desarrollo de la nueva formulación de dulce de leche.

4.1.1. Resultados del análisis sensorial.

A continuación se presenta la siguiente tabla donde se resumen las dos evaluaciones sensoriales realizadas y sus resultados.

TABLA 65

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS SENSORIALES (65)

Evaluación sensorial 1 o de preferencia			
Objetivo:	Conocer preferencias del consumidor		
Atributos a evaluarse	Textura, Sabor y Aroma		
Muestras a evaluarse	241,341 y 342		
Resultados del Análisis de Varianza			
Diferencias significativas entre	Aroma	Sabor	Textura
Muestra 241 y 341	No	No	No
Muestra 241 y 342	No	No	Si
Muestra 341 y 342	No	No	Si
Muestra diferente	342		
Según Parámetro de	Textura		
Evaluación Sensorial 2 o de comparaciones múltiples			
Objetivo:	Comparar muestras 241 y 341 con una referencia		
Atributos a evaluarse	Untuosidad, grumosidad y dulzor.		
Muestras a evaluarse	241 y 341		
Muestra de referencia "R"	Dulce de leche tradicional del mercado		
Resultados del Análisis de Varianza			
Diferencias significativas entre	Untuosidad	Grumosidad	Dulzor
Muestra 241 y 341	Si	No	No
Respecto al parámetro de Untuosidad			
341 es	ligeramente más untuosa que "R"		
241 es	ligeramente menos untuosa que "R"		

Elaborada por: Erika Roca (2011)

Esta tabla se basa en los resultados de los análisis estadísticos de varianza que se encuentran en la sección 3.7. La percepción sensorial del consumidor sobre un producto o alimento es el principal factor para escoger una u otra formulación como la

definitiva para el desarrollo del dulce de leche con leche en polvo. Según las pruebas realizadas hasta el momento existen dos posibles la 341 y la 241, ambas tienen como materia prima leche en polvo, la 241 en su totalidad y la 341 en un 50%; sin embargo se puede escoger solo una ya que la caracterización del producto, el proceso, las condiciones, el diseño de la planta y hasta los costos deben estar en función de la formulación elegida.

En la sección 3.4 tabla 41 queda expuesto que la muestra 341 agrada un 7% más a los consumidores que la 241, esta es una de las razones por las que posiblemente ésta sea tomada como base para la formulación definitiva.

4.1.2. Resultados del análisis físico.

Como análisis físico en esta tesis se realizó uno de textura que se describe en la sección 3.5 del capítulo 3. Todas las muestras escogidas en la primera degustación (las del grupo MR1) fueron sometidas a este análisis, sin embargo los resultados que interesan en esta sección son los de las muestras 341 y 241. A continuación en la siguiente tabla se presenta un resumen de

los resultados en dicho test respecto únicamente de las dos muestras antes mencionadas.

TABLA 66

RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO DE TEXTURA DE LAS MUESTRAS 241 Y 341 (66)

Resultados de las pruebas de textura muestra 241 y 341			
Muestra	**Dureza (g)**	**Consistencia (mJ)**	**Cohesividad**
241	24,17	0,81	0,898
341	38	1,54	0,891

Elaborada por: Erika Roca (2011)

Los resultados del análisis de textura indican que la muestra 341 tiene una dureza y un índice de consistencia mayores a los de la muestra 241, mientras que la cohesividad es casi la misma en ambas. Adicionalmente si se regresa a la tabla 45 se evidencia que la muestra 241 es la que tiene menor dureza y menor índice de consistencia entre las 8 muestras elegidas en la primera degustación técnica de las muestras del grupo (MR1).

4.1.3. Resultados del análisis químico.

El primer análisis químico que se realizó en el capítulo 3 sección 3.6 fue uno de sólidos totales presentes en el dulce de leche. Con ayuda de un refractómetro se midieron los grados Brix en diferentes etapas: durante el proceso, al final y en el almacenamiento de las ocho muestras elegidas en la primera degustación técnica (grupo MR1). Sin embargo en esta sección el análisis de resultados se enfoca únicamente en la etapa de almacenamiento de las muestras 341 y 241. A continuación se presenta la siguiente tabla de resumen:

TABLA 67

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE GRADOS BRIX DURANTE LA ETAPA DE ALMACENAMIENTO DE LAS MUESTRAS 241 Y 341 (67)

Resultados de variación de grados brix de las muestras 241 y 341 durante la etapa de almacenamiento				
Muestra	**Grados Brix iniciales**	**Días de almac.**	**Grados brix finales**	**Diferencia**
241	72	31	73	1
341	70	30	75	5

Elaborada por: Erika Roca (2011)

El análisis de los grados Brix del dulce de leche en la etapa de almacenamiento ayuda a determinar que tan estable será el producto durante su vida útil. El agua libre del alimento se continúa evaporando en el envase. Si se observa en una muestra que los grados Brix han aumentado rápidamente, quiere decir que el producto también perdió agua a una gran velocidad debido a su estructura y composición. Esto es una desventaja, ya que al haber menos agua presente en el dulce de leche los azúcares como la lactosa no se podrán disolver y esto ocasionará la formación de cristales dañando la textura del producto lógicamente más rápido también.

Por esta razón según la tabla 67 se podría pensar que la muestra que tendría mayor estabilidad es la 241 pues sólo aumento 1 grado Brix durante 1 mes de almacenamiento en refrigeración a una temperatura de 8ºC y en envase plástico con tapa, mientras que la 341 aumento 5 grados Brix durante el mismo tiempo y en las mismas condiciones. Sin embargo se debe tomar en cuenta que la cantidad almacenada de muestra 241 era mucho mayor a la de 341, por lo tanto no se puede llegar a una conclusión sobre cuál de las muestras será la más estable.

La segunda parte de esta sección es el análisis fisicoquímico que se hizo solo en la muestra elegida, y se concluye que:

La muestra que se tomará como base para el desarrollo de este nuevo tipo de dulce de leche es la 341, la misma que tiene como materia prima una mezcla del 50% de leche fresca y 50% de leche en polvo reconstituida, 24% de sólidos lácteos en el producto final y 10% de glucosa añadida a la mezcla de azúcares agregados.

Su análisis fisicoquímico se presenta en el anexo 40.

4.2. Caracterización y formulación del producto.

Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN Para Dulce de Leche, el producto desarrollado en esta investigación se clasificaría dentro de los dulces de Tipo 1 o simplemente “Dulce de leche”, ya que en su composición tiene leche fresca entera y leche reconstituida entera, no tiene crema de leche ni agregados de otro tipo.

Caracterización del producto:

TABLA 68

CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DEL PRODUCTO DESARROLLADO (68)

Atributos sensoriales	
Color:	Castaño acaramelado
Consistencia:	Cremosa, sin grumos ni cristales perceptibles
Textura:	Untable, blanda.
Sabor:	Dulce característico.
Aroma:	Lácteo ligero.

Elaborado por: Erika Roca (2011)

TABLA 69

CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL PRODUCTO DESARROLLADO (69)

Características fisicoquímicas		
Parámetro	**Unidades**	**Método**
Dureza:	38 g (aprox.)	Brookfield Texture Analyzer CT- 3.
Consistencia:	1,54 mJ (aprox.)	Brookfield Texture Analyzer CT- 3.
Grados Brix:	72 ºBrix	Refractómetro de mano de 45 a 80ºBrix
g% De Grasa	8,94	AOAC18TH 952.06
g% de Humedad	19,22	AOAC18TH 941.08
g% de Proteínas (Nx6,38)[3]	7,52	AOAC18TH 930.33
g% de Azúcares invertidos	49,43	AOAC18TH 923.09
% de Carbohidratos	62,47	Cálculo
g% de Cenizas	1,85	AOAC18TH 945.46

Elaborada por: Erika Roca (2011), basada en el anexo 40.

Formulación:

TABLA 70

FORMULACIÓN DEL PRODUCTO DESARROLLADO (70)

Formulación del producto	
En base a kilogramos de leche a procesar	
Ingrediente	**Porcentaje**
Mezcla de leches	100%
Leche reconstituida del polvo	50%
Leche fresca	50%
% De sólidos lácteos del dulce de leche	24%
% De azúcares totales	de 22.5 a 24,5% en base a kg de leche *
Sacarosa	90% de azúcares. Totales
Glucosa	10% de azúcares. Totales
Bicarbonato	de 0,05 a 0,06% en base a kg de leche
Sorbato	0,03% del volumen de leche utilizada

* El porcentaje total de azúcares presentes en la mezcla dependerá de dos cosas una es el porcentaje de sólidos lácteos deseados en el dulce de leche como producto final y otra es la cantidad de materia prima a procesarse.

Elaborada por: Erika Roca (2011).

En la fase de experimentación, la muestra base de esta formulación no llevaba ningún persevante, era totalmente natural. Sin embargo la formulación que se estableció en la tabla 70 contiene sorbato de potasio como conservante, que se lo añadió para evitar la proliferación de hongos y levaduras una vez que el frasco de dulce de leche haya sido abierto. Aun así su almacenamiento requiere refrigeración a una temperatura aproximada de 10 a 12 ºC.

4.3. Diseño del proceso.

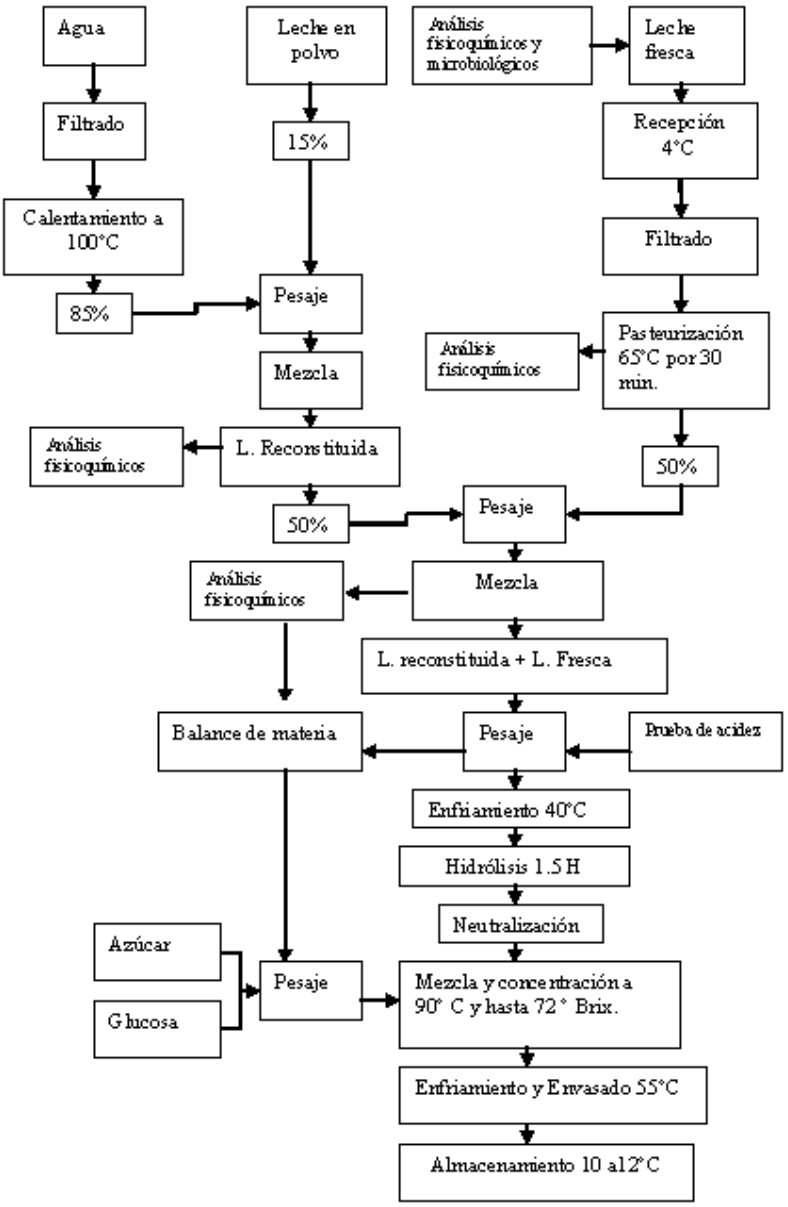


FIGURA 4.1 Diseño del proceso para el desarrollo del producto
Elaborado por: Erika Roca (2011)

4.3.1. Equipos.

Este proceso está diseñado tanto para aplicarlo en una planta industrial como para una planta artesanal, depende del capital y el volumen de producción para elegir una u otra opción. A continuación se presentan los equipos necesarios para el proceso de elaboración de dulce de leche a escala industrial.

TABLA 71

EQUIPOS INDUSTRIALES PARA LA ELABORACIÓN DEL DULCE DE LECHE (71)

Equipos necesarios	
Equipo	**Capacidad**
Bomba para agua	27 lts/min
Bomba para leche	27 lts/min
Filtro de agua de carbón	27 lts/min
Filtro de acero inoxidable para leche	
Mezclador térmico con quemador	40 lts
Tanque de enfriamiento (4ºC)	150 lts
Marmita a vapor con sistema de enfriamiento	100 lts
Máquina llenadora lineal	500 frascos/hora
Balanza industrial	100 Kg
Refrigerador	1300 lts
Caldero de Vapor	10 HP
Ablandador de agua	
Banco de hielo	5 HP

Elaborada por: Erika Roca (2011)

Adicionalmente la planta debe estar provista de un laboratorio de calidad, donde se disponga de algunos equipos y utensilios, entre los principales se menciona:

TABLA 72

EQUIPOS Y UTENSILIOS PRINCIPALES DEL LABORATORIO DE CALIDAD (72)

Equipos de laboratorio
Lactoscan
Refractómetro
Termómetro
Material de vidrio
Balanza (1500g)
Computadores
Kits microbiológicos.

Elaborada por: Erika Roca (2011)

El Lactoscan es uno de los equipos más importantes dentro de un laboratorio de calidad de una planta procesadora de lácteos pues ofrece la ventaja de realizar varios análisis de una misma muestra ahorrando una gran cantidad de tiempo, dinero y espacio. A continuación se describe su funcionamiento y montaje.

4.3.2. Montaje y funcionamiento del equipo analizador de leche.

La función del Lactoscan es realizar análisis rápidos de composición de la leche en cuanto a grasa, sólidos no grasos, proteínas, lactosa y porcentaje de agua añadida; así como de algunas de sus propiedades físicas: temperatura, pH, punto de congelación, sólidos y densidad. Tanto en muestras de leche recién ordeñada como durante el procesamiento de la misma (ver anexo 16) [54].

El equipo tiene diferentes modos de trabajo y se calibra por los fabricantes según los requerimientos del cliente para analizar tres tipos de leche de entre los siguientes: de vaca, oveja, UHT, búfalo, cabra, camello, mezclas para helado, etcétera. [54].

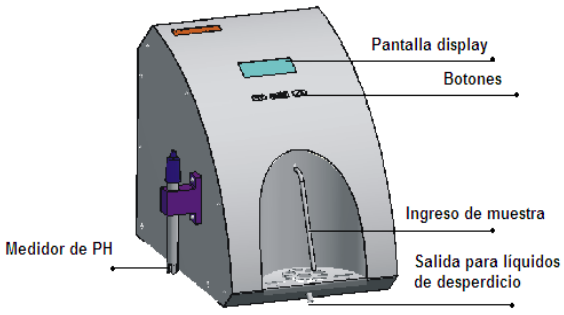
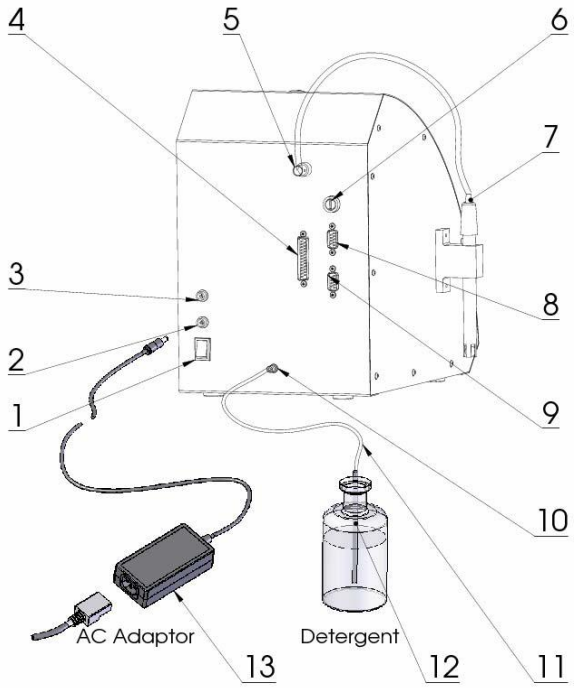


FIGURA 4.2 Vista frontal del equipo analizador de leche “Lactoscan”
Fuente: Manual de operación del analizador de leche ultrasónico “Lactoscan” [54].



(1) Botón de encendido, (2) conexión para adaptador, (3) output, (4) conexión para impresora, (5) input para medidor de pH, (6) conexión para balanza electrónica, (7) medidor de pH, (8) puerto Com 1, (9) puerto Com 2,(10) Conector para solución de limpieza, (11) tubo plástico, (12) tubo metálico, (13) adaptador.

FIGURA 4.3 Vista posterior del equipo analizador de leche "Lactoscan"
Fuente: Manual de operación del analizador de leche ultrasónico "Lactoscan" [54].

El principio de funcionamiento del Lactoscan es la tecnología ultrasónica, la misma que ha ganado espacio importante entre las técnicas de ensayos no destructivos [55].

El ensayo no destructivo es cualquier tipo de prueba aplicada a un material sin que se alteren sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales, lo que quiere decir que no implican daño del material. Se basan en la aplicación de fenómenos físicos como ondas electromagnéticas, acústicas, elásticas, capilaridad, absorción y cualquier otro tipo de método que no implique daño. Los ensayos no destructivos pueden ser de tres tipos, defectología, metrología y caracterización. Este último evalúa características químicas, estructurales, mecánicas, propiedades físicas y transferencias de calor de los materiales. Precisamente la caracterización es el tipo de análisis que realiza el Lactoscan [56].

Como se observa en la figura 4.4 el analizador de leche está provisto de un censor ultrasónico. El ultrasonido es una onda acústica o sonora cuya frecuencia está por encima del espectro audible del oído humano, aproximadamente (20000Hz) [57].

El dispositivo genera ondas que atraviesan un medio, en este caso es la leche, luego éstas son reflejadas mediante las moléculas del medio y vuelven a ser captadas por el censor ultrasónico y analizadas. Cada onda emitida tiene su trayectoria al pasar por las diferentes moléculas del medio y según el tiempo transcurrido desde su emisión hasta su recepción el

software del equipo determina de qué componente se trata y su cantidad dentro de la muestra de leche [55]. Otras propiedades como la densidad y el punto de congelación se determinan automáticamente mediante cálculos basados en la composición de la leche. El pH se analiza por medio de un electrodo el cual mide la acidez o alcalinidad de la leche en una escala de 0 a 14 [54].

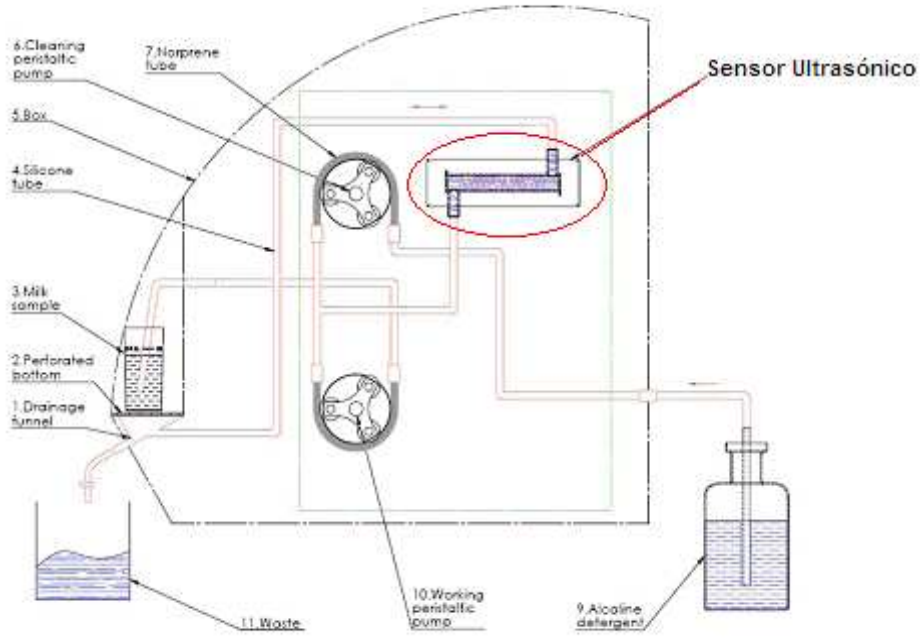


FIGURA 4.4 Vista interior del equipo analizador de leche "Lactoscan"
Fuente: Manual de operación del analizador de leche ultrasónico "Lactoscan" [54].

El Lactoscan fue adquirido recientemente por la universidad. El montaje de este equipo se lo hizo en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ingeniería de Alimentos. Se leyó el manual y fácilmente se lo instaló, pues es un aparato muy sencillo de usar, requiere de una red eléctrica para funcionar y de un ambiente con temperaturas de los 10 a los 40 ºC, y con el 30 al 80% de humedad relativa. Además de una fuente de poder de 220V (110V). Debe colocarse en un lugar fijo, una superficie plana donde no hayan vibraciones para evitar daños. Es esencial limpiar el equipo antes y luego de su utilización, para este propósito se usa agua destilada y dos soluciones una alcalina que se emplea diariamente o cada vez que se utilice el equipo y una ácida para limpiarlo una vez a la semana [54].

Al momento de analizar una muestra es importante que esta no tenga grumos o natas ya que se podrían quedar incrustados en las pequeñas tuberías interiores del equipo, ocasionando daños y provocando errores en las pruebas. La temperatura de la muestra también influirá en los resultados, es necesario que esta se encuentre en 20ºC o menos. Cabe mencionar también que es preciso realizar tres repeticiones del análisis para que los resultados sean válidos [54].

Fue fundamental la utilización del analizador de leche en este trabajo de tesis, no solo para la caracterización de la materia prima sino también en el cálculo de cada balance de materia de dulce de leche, pues era necesario conocer la composición y algunas propiedades de las diferentes muestras de leche que se utilizaron.

Si se hubieran realizado los mismos análisis que hace este equipo pero por separado se habrían gastado grandes cantidades de dinero y tiempo, incluso no todos los laboratorios poseen los equipos necesarios para realizar estas pruebas, lo que habría representado una gran dificultad para la realización de esta tesis.

4.3.3 Descripción del proceso.

El primer paso es la preparación de la materia prima que es una mezcla homogénea de dos tipos de leche: reconstituida y fresca.

Para preparar la leche reconstituida es necesario primero filtrar y calentar a 100 º C el agua donde será disuelto el polvo, luego

se hace un cálculo para preparar la solución donde el 85% es agua y el 15% es leche en polvo. Se pesan los dos compuestos y se mezcla en caliente, por esta razón es necesario que el mezclador sea térmico y con quemador a gas. Como la leche reconstituida es una solución bastante homogénea casi en todas las ocasiones que se la prepara, entonces el análisis de componentes en esta etapa es opcional.

La leche fresca por su parte entra a la planta impulsada mediante una bomba y es filtrada para retirarle las impurezas. Luego es conducida hacia un tanque de recepción con sistema de enfriamiento por agua a 4º C. En esta etapa se hacen pruebas básicas de calidad microbiológica y un análisis en el Lactoscan de las propiedades físicas y químicas de la leche. Por último se la pesa y pasteuriza en batch dentro de la marmita a 65º C durante 30 minutos.

La materia prima es una solución que contiene 50% de leche reconstituida y 50% de leche fresca, ambas son pesadas y se mezclan en la marmita a una temperatura de 65º C.

Una vez obtenida la mezcla leche con la que se trabajará se la enfría hasta 40º C y se la pesa, este dato es la base para el cálculo de balance de materia, así como los resultados del

análisis fisicoquímico y de componentes de la mezcla igualmente realizado en el Lactoscan.

Cuando la leche llega a 40º C se la hidroliza con enzima HA-lactasa durante una hora y media, la cantidad de enzima dependerá de los litros de leche a procesarse; posteriormente se la neutraliza, por lo general se usan 84 gramos de bicarbonato de sodio por cada 90 g de ácido láctico presentes en la leche. Por este motivo es necesario que antes se haga una prueba de acidez.

Con los datos del balance de materia que se obtuvieron previamente y la formulación establecida para este tipo de dulce de leche, se hacen los cálculos y se pesan el azúcar y la glucosa. Finalmente se los mezcla en la marmita y se concentra a presión atmosférica con vapor a 60 psig y dentro de la olla a una temperatura de 90º C. La evaporación dura hasta que los grados Brix de la mezcla lleguen de 70 a 72 y se logre una textura cremosa. Casi al final de la concentración se añade la cantidad de sorbato necesaria.

Inmediatamente luego de alcanzar los grados Brix indicados anteriormente, se enfría el dulce de leche en la misma marmita, pero en vez de usar vapor se hace recorrer agua fría a 4°C por fuera del equipo y se continúa la agitación hasta que el

dulce alcance los 55º C. Posteriormente se lo envasa en una llenadora lineal y se lo almacena a una temperatura de 10 a 12 ºC.

Todos los análisis de componentes que se hacen durante el proceso deben ser realizados por el Lactoscan para una mayor eficiencia.

4.3.4. Determinación de las condiciones óptimas del proceso usando leche en polvo como materia prima.

Las condiciones del proceso se han determinado en base a dos aspectos: uno la investigación bibliográfica y el más importante la experimentación. Ciertas etapas del proceso industrial no se las pudo hacer a nivel de laboratorio ya que no había los equipos necesarios, por esta razón en la tabla 73 se han determinado las condiciones de algunas etapas según datos experimentales de los procesos realizados al elaborar las muestras. Sin embargo por datos bibliográficos generales para fabricación de lácteos, se puede establecer algunas otras condiciones de etapas del proceso que no se hicieron a nivel experimental como es el caso de la filtración de leche fresca y la concentración en la marmita. Pues como se mencionó

anteriormente la concentración del dulce se realizó a baño maría, usando agua de calentamiento a 93º C y agitando a mano.

TABLA 73

CONDICIONES ÓPTIMAS DEL PROCESO DEL DULCE DE LECHE USANDO LECHE EN POLVO COMO MATERIA PRIMA (73)

Etapa	Condición
Recepción de leche fresca	Tanque de recepción a una temperatura de 4 º C.
Filtrado y calentamiento del agua	Calentamiento a 100º C por 20 minutos.
Filtrado de la leche fresca.	Temperatura de filtrado de 60 a 65 ºC.
Pasteurizado de leche fresca	A 65º C durante 30 minutos.
Reconstitución de leche en polvo	15% leche en polvo, 85% agua, (en caliente) y con agitación rápida.
Formación de mezcla de leches	Pesar 50% de leche reconstituida y 50% de leche en polvo reconstituida.
Mezcla de las leches.	A una temperatura de 65º C y con agitación rápida.
Enfriamiento de leche para hidrólisis con HA-Lactasa	Rango de temperatura de 40 a 35º C
Hidrólisis de la leche	4ml de lactasa por cada 100 litros de leche, dejar reposar durante 1 hora y 30 minutos.
Neutralización	Hasta 14º D (84g de bicarbonato por cada 90g de ácido láctico)
Concentración	Con vapor saturado a 60psig y evaporación a presión atmosférica. La temperatura dentro de la marmita debe ser de 92º C con agitación lenta hasta llegar de 70 a 72º Brix.
Enfriamiento	Rápido, con agua a 4º C como medio de enfriamiento y agitación lenta, el producto debe llegar hasta 55º C.
Envasado	A una temperatura no mayor a 55º C.
Almacenamiento	En refrigeración a temperatura de 10 a 12 º C.

Elaborada por: Erika Roca (2011), basada en [21], [26], [43].

4.3.5. Lay Out de la planta.

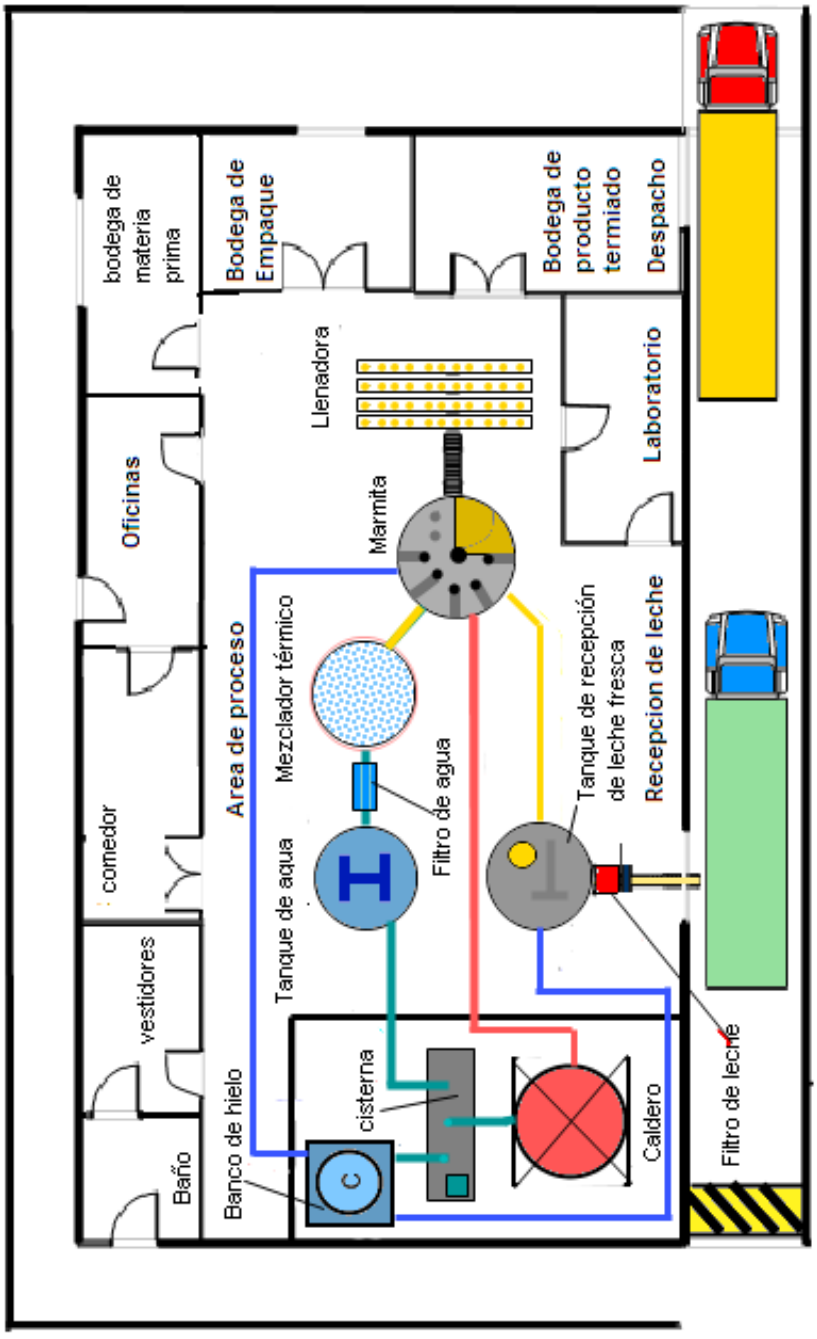


FIGURA 4.5 Plano de la planta industrial.
Elaborado por: Erika Roca (2011)

4.4. Rendimientos y análisis del costo de producción.

Se han realizado dos tablas que son la compilación de todas las repeticiones de las muestras 341 y 241, después se ha obtenido un promedio de todos los rendimientos de cada repetición para los dos tipos de dulce de leche, finalmente se compararon ambos resultados para conocer cuál de las dos formulaciones permite conseguir mayores rendimientos.

TABLA 74

PROMEDIO DE LOS RENDIMIENTOS DE LAS REPETICIONES DE LA MUESTRA 341 (74)

Muestra 341	Leche (g)	Sacarosa (g)	Glucosa (g)	Total (g)	Peso producto (g)	Grados brix	Rendimiento
Elaboración 1	350	77,2	8,6	435,8	158	75	36
Elaboración 2	1000	220,9	24,5	1245,4	494	70	40
Elaboración 3	1019,5	224,8	25	1269,3	518	72	41
Elaboración 4	1464,9	296,6	33	1794,5	676	72	38
Promedio de rendimiento							**39**

Elaborada por: Erika Roca (2011)

TABLA 75

PROMEDIO DE LOS RENDIMIENTOS DE LAS REPETICIONES DE LA MUESTRA 241 (75)

Muestra 241	Leche (g)	Sacarosa (g)	Glucosa (g)	Total (g)	Peso producto (g)	Grados brix	Rendimiento
Elaboración 1	400	86,4	9,6	496	174	74	35
Elaboración 2	1000	216	24	1240	464	72	37
Elaboración 3	1023,2	221	24,6	1268,8	493	75	39
Elaboración 4	1374	296,8	33	1703,8	691	73	41
Promedio de rendimiento							**38**

Elaborada por: Erika Roca (2011)

El rendimiento del dulce de leche depende básicamente de dos cosas, la una es la cantidad de agua presente en la materia prima y por ende en la mezcla base, y la otra es el grado de concentración que alcanza el dulce de leche. Por lo tanto mientras mayor cantidad de grados Brix finales alcance el producto y mayor humedad tenga la mezcla para elaborar el dulce, menor será su rendimiento.

Después de todo este análisis se concluye que las mejores ventajas presenta la formulación de la muestra 341, permitiendo alcanzar mayores rendimientos que la formulación 241.

Se puede concluir que el rendimiento aproximado del producto a desarrollarse es del 39 al 40 % (ver tabla 75).

Costo de producción:

Para calcularlo se necesita saber en primer lugar la producción mensual proyectada de dulce de leche. Para tener una idea más real se utilizaron los datos del estudio de la demanda que se realizó anteriormente en la sección 2.2.3, anexo 13.

Guayaquil tiene una población aproximada de 3050728 habitantes; si se considera que cada familia está formada por 5 miembros, entonces existen 610146 familias y según las encuestas realizadas en el estudio el 76% de familias Guayaquileñas consumen dulce de leche.

Al mes en promedio se compran 667743 frascos por familia, de estos el 87,9 % son elaborados por las grandes industrias como Nestlé, Toni, Alpina, entre otras, y el 12,10% son fabricados artesanalmente o a escala semi industrial.

En caso de que este proyecto de tesis se llevara a cabo y se instalara una planta de dulce de leche, se decidió que el mercado a captar sería del 1% del total, esto quiere decir que se producirían al mes 6677 frascos y al día un promedio 300 frascos de 250 gramos si se trabajan 22 días al mes.

Los cálculos antes mencionados se encuentran en el anexo 43.

Ahora bien una vez proyectada la producción diaria, se pueden obtener los costos de producción, o para el caso de esta investigación el costo de fabricación, el mismo que incluye:

Costos directos:

Materias Primas.

Mano de obra directa.

Costos indirectos de fabricación:

Materiales e insumos indirectos.

Mano de obra indirecta.

Depreciación.

Reparación y mantenimiento [58].

El primer rubro que se calculó fue el de materia prima. Una vez conocida la capacidad de producción diaria de la planta se obtuvieron las cantidades necesarias de cada ingrediente o insumo involucrado en la elaboración del dulce de leche, mediante un balance de materia. Además se investigaron los precios. Con todos estos datos se obtuvo el costo de materia prima al día y luego por unidad de producción. En los anexos 44 y 45 se presentan los cálculos.

Para calcular el costo de la mano de obra directa es necesario saber el tiempo que demora el proceso de producción en cada una de sus operaciones, y de cuantas personas se requieren para trabajar en él. Después se investiga el valor de los salarios, recargos por prestaciones sociales, y otros beneficios de ley según el tipo de ocupación del empleado [58].

Lo primero que se realizó es determinar los tiempos aproximados que demora cada operación en el proceso (ver anexo 46), luego según la capacidad de los equipos y su utilización se planificó la producción con el personal requerido (ver anexo 47), y por último se calculó el valor de hora/hombre y el costo de mano de obra al día y por unidad de producción (anexo 48).

Entre los costos indirectos de fabricación existe el rubro de materiales e insumos indirectos. Para un proceso de elaboración de dulce de leche como el planteado en esta tesis los principales insumos son:

- Energía eléctrica, que se calcula conociendo la potencia requerida por cada equipo que interviene en el proceso, el tiempo que permanece trabajando durante el día (ver anexo 46) y el valor del kilovatio/hora. Además hay un consumo energético general mensual en otras áreas de la planta como comedor, laboratorios, oficinas, consumo de lámparas, entre otros el cual también ha sido tomado en cuenta para calcular el total de energía eléctrica consumida por unidad de producción (anexo 49).

- Energía térmica para el funcionamiento de la marmita. Ésta proviene del vapor producido por un caldero que funciona con diesel, el mismo que tiene un precio por galón. Se calcula el costo diario de combustible consumido y luego se lo divide por el número de unidades producidas. (Anexo 50).

- Agua potable que se consume: para el funcionamiento del caldero, como agua de enfriamiento en ciertas operaciones del proceso, para la limpieza y esterilización de frascos, para limpieza general de la planta. Se calcula una cantidad total necesaria por día de producción y se obtiene el costo conociendo el valor del metro cúbico de agua (Anexo 51).

- Por último en este rubro de materiales y servicios indirectos están gas, insumos de laboratorio, insumos de limpieza, transporte de leche, servicio telefónico, entre otros. De cada uno se asumió un valor mensual y se obtuvieron los costos diarios y luego por unidad de producción (anexo 52).

El cálculo de la mano de obra indirecta de la planta sería únicamente de un supervisor quien trabajará ocho horas diarias y será el encargado de dirigir y controlar el trabajo de los dos operadores que se tiene por cada turno, y realizará también los análisis de laboratorio (ver anexo 53).

La depreciación por unidad de producción se calculó a 10 años según los precios de las máquinas y el tiempo que son usadas durante el día (anexo 54).

El último rubro es el de reparación y mantenimiento, el mismo que se calculó asumiendo que al año se destinan 1500$ del presupuesto para éste fin (anexo 55).

En la siguiente tabla se presenta un resumen del costo total por unidad de producción:

TABLA 76

COSTOS DE PRODUCCIÓN POR UNIDAD (76)

Resumen de costos por unidad	
Unidades producidas al día	300 frascos
Costos directos	
Materia prima	1,106
Mano de obra directa	0,253
Total	**1,359**
Costos indirectos	
Mano de obra indirecta	0,139
Materiales, suministros y servicios	0,202
Depreciación	0,035
Reparación y mantenimiento	0,009
Total costos indirectos	**0,385**
Costo de fabricación	1,744
Costo de producción por unidad	**1,744**

Elaborada por: Erika Roca (2011).

El costo total de fabricación para elaborar un dulce de leche como el presentado en esta tesis es de aproximadamente $1,74 por frasco, y por kilogramo es de $4,70.

Para obtener el precio por cada frasco se ha asumido que por gastos administrativos, de comercialización, impuestos y utilidades , se aumentará al costo de producción un 25% más de su valor, teniendo en cuenta que se trata de una empresa semi industrial que requiere de muy poco personal y no maneja volúmenes grandes de producción. De esta manera el precio de venta aproximado del producto será $ 2.17 por frasco.

4.5. Envase y vida útil.

Envase.

El tipo de envase que se ha escogido para este producto es vidrio con tapa rosca por las siguientes razones:

- Permite una mejor conservación del producto ya que el tipo de tapa tiene mayor hermeticidad que la de una tarrina plástica, incluso luego de ser abierto y refrigerado.

- Como el producto debe ser almacenado en refrigeración es necesario que el envase sea impermeable a los olores, y el vidrio tiene esa propiedad mientras el plástico no.
- El agua libre presente en el dulce de leche se evapora a menor velocidad estando en un envase de vidrio que en uno de plástico. Esto es beneficioso, pues mientras más rápido se evapore el agua libre del dulce más rápido aparecerá el defecto de la cristalización; la explicación detallada de este fenómeno se encuentra en la sección 4.1.3. Se llegó a esta conclusión luego de analizar la tabla del anexo 28, donde se comprueba que todas las muestras del diseño del experimento que fueron envasadas en algún recipiente plástico aumentaron sus grados Brix, mientras que de las siete que permanecieron en el frasco de vidrio solo tres aumentaron sus grados Brix.

Vida útil.

El tiempo de vida útil para el producto desarrollado en esta tesis es de tres meses en refrigeración a una temperatura de 10 a 12ºC. Y para determinarlo este trabajo se basó en dos aspectos:

- El primero es el tiempo promedio de vida útil de los dulces de leche del mercado, siempre y cuando estos tengan una composición parecida a la del producto desarrollado en esta tesis. Se llegó la conclusión de que aquellos que no tenían sorbato en su formulación como el dulce de leche “El Kiosco” duraban tres meses, sin embargo al añadir sorbato como es el caso de la marca “Dulac’s” se extiende el tiempo de vida útil a seis meses.
- El otro aspecto fue la experimentación. Se almacenaron algunas de las muestras de dulce de leche realizadas a lo largo de esta investigación durante distintos periodos de tiempo (entre 2 y 6 meses), algunas en refrigeración y otras a temperatura ambiente y se comprobó que mientras permanecían en refrigeración no había formación de hongos ni levaduras en ninguna de ellas durante todo el periodo de almacenamiento en la nevera, pero las que permanecieron a temperatura ambiente (25-35º C) presentaron colonias de hongos al cabo de 1 mes.
- El defecto de la cristalización tampoco se evidenció en ninguna de las muestras elaboradas con leche hidrolizada al menos durante los 3 primeros meses.

CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones:

- Según la bibliografía la leche en polvo podía ser reconstituida del 12,5 al 15% de leche en polvo disuelta en agua. En la estandarización se determinó que para utilizar este tipo de leche como materia prima en la elaboración de dulce de leche ésta debía ser diluida en una proporción de 85% agua y 15% leche en polvo, así a más de cumplir con requisitos de normas internacionales se lograba una mejor textura en el producto final.

- La materia prima que se usará para este tipo de producto es una mezcla que está compuesta del 50% de leche reconstituida como se indica en el párrafo anterior y el 50% de la leche fresca pasteurizada. Las operaciones de mezcla, hidrólisis y neutralización, son necesarias para preparar una materia prima

que permita obtener un dulce de leche de alta calidad que en su composición contenga leche en polvo.

- Durante la experimentación se comprobó que en ocasiones la leche fresca es adulterada, pues los análisis en el equipo Lactoscan mostraron que algunas de las muestras tenían hasta un 4% de agua añadida. Sin embargo al mezclar esta leche con la leche reconstituida (al 15%) en una sola solución (50:50), estos valores se compensan y la leche es completa, con la composición de sólidos lácteos correcta y por ende se obtendrá un mayor rendimiento.

- La muestra con el código 341, es decir la elaborada con la mezcla de leches fresca y reconstituida en proporciones (50:50), 24% de sólidos lácteos en el producto final y 10% de glucosa añadida del total de azúcares fue la elegida como base para la formulación de este nuevo producto.

- Durante la elaboración de muestras luego de la primera degustación técnica, se concluyó que de las 8 repetidas la que presentaba mayores beneficios técnicos era la 341 en cuanto a tiempos de concentración y rendimientos. Todas las muestras se elaboraron con aproximadamente 1 kg de leche inicial, el

tiempo de concentración de la 341 fue de 1 hora 50 minutos y su rendimiento del 40%.

- Según análisis sensoriales, entre la muestra elegida (341) y el dulce de leche tradicional no habían diferencias significativas en cuanto a parámetros de sabor y aroma, sino únicamente de textura, específicamente en la untuosidad. La 341 es ligeramente más untable que una muestra de dulce de leche tradicional.

- En el segundo análisis sensorial se les preguntó a los catadores cual de las muestras les gustó más si la 341 (elaborada con la mezcla de leches fresca y reconstituida 50:50, 24% de sólidos lácteos, y 10% de glucosa añadida del total de azúcares), la 241(elaborada con leche reconstituida, con 24% de sólidos lácteos y 10% de glucosa), ó la muestra de referencia (del mercado). Un 40% de los individuos respondieron a favor de la 341, 33% a favor de la 241 y 27% prefirió la del mercado. Lo que indica que el producto desarrollado en esta investigación tiene una alta aceptación por parte del consumidor.

- Según el análisis fisicoquímico realizado de la muestra 341 que es la base para la formulación del producto desarrollado, ésta

cumple con las especificaciones fisicoquímicas planteadas en la Norma Ecuatoriana INEN 700 Para Dulce de Leche.

- El costo de producción del dulce de leche elaborado en esta tesis es de $1,74 por cada frasco de 250 g y su precio de venta al público aproximadamente es de $ 2,17. En el mercado existen dulces de leche con el mismo contenido, y sus precios oscilan entre $0,90 y $1.35, aunque cabe mencionar que su tipo de envase por lo general son tarrinas plásticas de PP con sello interior de aluminio, o bien envolturas laminadas como en el caso del manjar de leche Nestlé. Existe un dulce de leche importado desde Argentina, su contenido es 280 g y el envase es de vidrio, su precio es de $ 2,71. Todo este análisis lleva a concluir que: el precio aproximado del producto desarrollado en esta investigación es elevado al compararlo con los dulces de leche nacionales, pero es más barato que el importado considerando que ambos tienen el mismo tipo de envase, que es vidrio.

- Para que el producto propuesto sea competitivo a nivel nacional podría considerarse cambiar el tipo de envase ya que el costo de los frascos de vidrio con tapa rosca encarece el producto, siendo de $0,56 por unidad, mientras que una tarrina de PP con

tapa y sello de aluminio de capacidad de 250g podría costar aproximadamente $0,15.

- Si se calcula el costo total de fabricación del producto desarrollado pero envasado en tarrinas de PP con tapa y sello de aluminio, éste sería de $1,34 y el PVP de aproximadamente $1,65. Este precio sigue siendo un tanto elevado en comparación a los otros dulces nacionales.

- Otra manera de reducir el costo de fabricación del producto desarrollado es aumentando los volúmenes de producción para obtener la materia prima con precios al por mayor.

- Con la formulación y el proceso propuestos el ahorro en refrigeración y almacenamiento de la leche es mínimo. Está contemplado dentro de los costos indirectos de fabricación en el rubro energía eléctrica, y por cada unidad producida se gasta $0,03 al día por el uso de todos los equipos. Lo que quiere decir que el costo de almacenamiento refrigerado de la leche fresca es aún menor.

- Según los cálculos realizados, éste tipo de formulación no presenta un gran beneficio en cuanto a reducción del costo de producción sin embargo es una excelente opción para

ocasiones en las que no se dispone de suficiente leche fresca de buena calidad, o cuando se desea modificar la composición de ésta para un mayor rendimiento en la elaboración del dulce de leche.

- Una de las ventajas de utilizar leche en polvo para la elaboración de productos lácteos es que ésta tiene un tiempo de vida útil de 1 año mientras permanezca en un lugar fresco, seco, obscuro y hermético; la leche fresca por el contrario debe ser almacenada en refrigeración y su tiempo máximo de duración es dos días.

5.2. Recomendaciones.

- Realizar un análisis del tiempo de vida útil del dulce de leche elaborado con la formulación propuesta en este trabajo pero con un envase de polipropileno.

- Realizar un estudio comparativo y detallado a cerca de la vida útil del dulce de leche elaborado con tres tipos distintos de materia prima: leche fresca, leche reconstituida y la mezcla de

ambas en proporción 50:50, enfocándose en la velocidad de cristalización de los azúcares en el producto.

- El aspecto microbiológico no fue contemplado en esta tesis., Se recomienda igualmente hacer un análisis comparativo de tres tipos de dulce de leche elaborados con los tres tipos de materias primas mencionadas en el párrafo anterior.

- Investigar posibles aplicaciones de la leche en polvo en otros productos lácteos como en la elaboración de queso y yogurt para conocer si trae beneficios al productor y para aprovechar de mejor manera la producción lechera del Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 1

PRINCIPALES FUENTES DE MICROORGANISMOS EN LA LECHE CRUDA

Microorganismos derivados de la ubre	Los de la flora natural de la ubre	Micrococos y estreptococos
	Los causantes de la mastitis	Staphylococus aureus
	Patógenos para el ser humano y causantes de mastitis	Salmonella y Listeria.
Microorganismos que provienen del medio ambiente	Propios de los alimentos y la paja	Termodúricos causantes de alteraciones.
	Provenientes de las heces	Enteropatógenos.
Microorganismos en los equipos de recogida	Están presentes debido a la falta de limpieza y desinfección de tuberías	Bacterias psicrótrofas Gram-negativas causantes de alteraciones en la leche y productos derivados
Microorganismos provenientes del personal	Este tipo de contaminación ocurre durante el ordeño manual o por la falta de precaución e higiene en el uso de equipos de ordeño. Son patógenos introducidos por infecciones del personal o contaminación cruzada.	Patógenos entéricos como Salmonella y Campylobacter.

Elaborada por Erika Roca (2009) basada en [9]

ANEXO 2

MICROORGANISMOS PATÓGENOS DE LA LECHE

Microorganismo	**Medio de transmisión de animal – animal, medio- animal ó animal-humano**	**Enfermedad que causa**
M. Tuberculosis	Se propaga mediante animales enfermos o portadores, ubres infectadas y heces de vaca. Al humano: Ingestión por productos lácteos no pasteurizados.	Población humana: Tuberculosis
Brucella abortus	Transmisión por ubres infectadas y también por el medio ambiente. Al humano: Ingestión por lácteos no pasteurizados.	Población humana: Brucelosis En el ganado: Esterilidad Abortos en hembras.
Bruc. melitensis	Bovinos, porcinos y caprinos son reservorio natural de B. melitensis Al humano: Ingestión por lácteos no pasteurizados o por inhalación. .	Población humana: Brucelosis.
Campilobacter	Agua Al humano: leche y productos lácteos no pasteurizados.	Población humana: Infección del tracto gastrointestinal.
Salmonella.	Transmisión por heces de vaca, heces de vacas enfermas y ubres enfermas. Contaminación por medio de los materiales de las instalaciones de procesamiento de leche.	Población humana: pueden provocar gastroenteritis agudas, fiebre enterítica.
L. monocytogenes	Transmitida por medio de los alimentos que consume el ganado, forraje contaminado y ensilados*. Al humano: por el consumo de leche cruda y quesos elaborados, también por medio de leche mal pasteurizaada.	Población humana: Causa listeriosis, en el 30% de los casos muerte del individuo.
E. Coli	Se transmite por medio de contaminación con heces fecales. Al humano por consumo de leche sin pasteurizar.	Población humana: Enfermedades entéricas como infecciones intestinales.
Yersinia enterocolítica	Se transmite por medio de contaminación con heces fecales. Al humano: por el consumo de eche sin pasteurizar.	Población humana: Enfermedades gastrointestinales con diarrea aguda.

Elaborada por Erika Roca (2009), basada en [9] y de la [59] a la [71].

ANEXO 3

ALTERACIONES EN LA LECHE CAUSADAS POR LOS MICROORGANISMOS

Alteración	**Microorganismos responsable**	**Fuente del microorganismo**
Leche agria	Formadores de ácido: *Srtreptococcus lactis, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus casei y Lactobacillus bulgaricius.*	Utensilios sucios.
Leche agria y con gas	Formadores de gas: *Escherichia aerobacter, Escherichia coli, Aerobacter aerogenes.*	Tracto intestinal del hombre y los animales, tierra y granos.
Liquefacción de la leche o proteólisis (cuajada dulce).	Bacterias licuefactivas: *Streptococcus licuefaciens.*	Instalaciones y producción de leche carentes de higiene.
Sabores frutales, rancios, amargos y olores desagradables.	Bacterias psicrófilas: como *Pseudomonas* y *Alcaligenes.*	Tierra, agua y superficies de equipos sucios o mal esterilizados.
Mal sabor y presencia de espuma en la crema de leche, defectos en las leches condensadas.	Levaduras verdaderas y levaduras falsas u organismos *tortulae* como: *Tortula cremoris* y *Tortula sphaerica.*	Lugares de almacenamiento sucios y sin control de temperatura y humedad.
Defectos en la mantequilla y el queso.	Mohos.	Lugares de almacenamiento sucios y sin control de temperatura y humedad

Elaborada por: Erika Roca (2009), basada en [59]

ANEXO 4

PRINCIPALES PRUEBAS DE CALIDAD DE LA LECHE

Nombre de la prueba	Tipo	Método	Rangos
Densidad.	Fisicoquímica.	Densímetro.	Entre: 1.028 a 1.034 g/cm ^{3} a 15ºC para leche entera. 1.036 g/cm ^{3} para leche descremada. Valores menores a 1.028 g/cm ^{3} para leche aguada.
Grasa	Fisicoquímica	Butirómetro.	El rango normal es de 3.5 a 4% de grasa.
Sólidos no grasos	Fisicoquímica	Horno de secado.	Aproximadamente 9.2%
Prueba de acidez.	Fisicoquímica	Titulación con hidróxido de sodio (9 o 10N) .	El pH de una leche de buena calidad puede variar entre 6.5 y 6.65. Una leche fresca de vaca tiene un porcentaje de acidez de 0.15 a 0.16%.
Prueba de alcohol	Fisicoquímica	Se mezclan volúmenes iguales de leche y alcohol neutro al 68% .	Si la leche presenta una acidez mayor a 21% coagula.
Ensayo de reducción	Fisicoquímica	La prueba se hace añadiendo a cierta cantidad de leche unas gotas de azul de metileno o resarzurina,	Leche para consumo directo debe mantener color azul durante 6.5 h. Leche para ser pasteurizada: 4h.
Punto de congelación.	Fisicoquímica	Mediante equipos de análisis de leche o termómetros.	Pero puede estar entre: -0.513 y -0.565ºC.
Recuento de organismos mesófilos	Microbiológica	Siembra, observación por el microscopio y conteo de colonias.	Menos de 10.000UFC/ml para que sea una leche de excelente calidad.
Recuento de organismos coliformes	Microbiológica	Siembra, observación por el microscopio y conteo de colonias.	Más de 150 coliformes por ml son indicativos de higiene deficiente.
Recuento de organismos termodúricos	Microbiológica	Siembra, observación por el microscopio y conteo de colonias.	Se consideran aceptables valores de 200 a 300 UFC/ml
Recuento de organismos patógenos de la mastitis	Microbiológica	Siembra, observación por el microscopio y conteo de colonias.	Debe ser interpretado conjuntamente con otras pruebas como la del recuento de células somáticas.
Recuento de células somáticas	Microbiológica	Siembra, observación por el microscopio y conteo de colonias.	Valores por encima de las 500.000 células/ml corresponde a leche proveniente de un rodeo con alta prevalencia de infecciones intramamarias.

Elaborado por: Erika Roca (2009), basado en [40]

ANEXO 5

PÉRDIDAS DE NUTRIENTES DE LA LECHE EN POLVO DURANTE SU PROCESAMIENTO Y ALMACENAMIENTO

Pérdidas de nutrientes de la leche en polvo	
Perdidas durante el procesamiento	
Nutriente	**Pérdida**
Proteínas	Permanecen relativamente constantes
Aminoácidos	
Vitaminas	
B12	del 20 al 30% s
C	aproximadamente 20%
B1	aproximadamente 10%
Resto de vitaminas	pérdidas mínimas
Pérdidas durante el almacenamiento	
Nutriente	**Pérdida**
Lisina	8% almacenamiento a temperaturas entre 25 y 37ºC por un año
Proteínas	
Vitaminas	
B1	aproximadamente 10% durante un almacenamiento de 2 años
C	

Elaborada por Erika Roca (2009), basada en [9]

ANEXO 6

MICROORGANISMOS PRESENTES EN LA LECHE EN POLVO, PROVOCANTES DE INTOXICACIONES ALIMENTARIAS (10)

Microorganismo.	**Algunas características.**	**Foco de contaminación.**	**Causas de su presencia.**
Salmonella.	Capaz de sobrevivir y de multiplicarse durante largos periodos de tiempo. Algunos científicos creen que sobrevive a procesos de secado por atomización.	Partes del sistema de manipulación de leche en polvo, fisuras en las paredes del desecador.	La presencia de *Salmonella* en cualquier fase del proceso luego del tratamiento térmico, indica fallo en los sistemas de control.
Staphylococcus aureus.	Provoca la contaminación de leche con enterotoxinas estafilocócicas que *S. aureus* las produce en la leche cruda antes del tratamiento térmico o en la leche concentrada antes de la desecación.	La propia leche cruda sin tratamiento térmico. El concentrado de leche antes de ser desecado.	Mal diseño de la planta y del proceso de fabricación, que permiten que el producto permanezca a temperaturas favorables para el crecimiento de este microorganismo, otra de las causas es la mala higiene de la planta cuando el crecimiento ocurre luego de la concentración.
Bacillus cereus.	Ha provocado intoxicaciones ya que ha sido vehiculado mediante la leche en polvo que ha sido utilizada en la preparación de otros productos como galletas y salsas de queso para macarrones.	Leche en polvo reconstituida y mal almacenada.	Almacenamiento inadecuado de productos reconstituidos.
Clostridium Perfngens.	Anaerobio esporulado.	Productos preparados a base de leche en polvo reconstituida.	Almacenamiento inadecuado de la leche reconstituida.

Elaborada por: Erika Roca (2009), basada en [9]

ANEXO 7

ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS EN LA LECHE EN POLVO PARA EL CONTROL DE CALIDAD

Análisis:	**Método:**	**Frecuencia:**
Humedad.	Desecación.	Rutinaria.
Contenido de grasa.	Rose- Gottieb.	Rutinaria.
Contenido de proteína.	Kjeldahl, técnica de fijación de colorante.	Rutinaria.
Incidencia de partículas quemadas.	Filtración del polvo mezclado y comparación con fotografías estándar.	Rutinaria
Índice de insolubilidad.	Medida en un tubo graduado del material que permanece insoluble después de agitar la leche en agua caliente y someterla a una centrifugación.	Rutinaria.
Densidad global del polvo.	Se pesa el polvo en una probeta, luego se deja caer el cilindro desde 150 mm en una almohadilla y se mide la densidad global en gramos por litro.	Rutinaria.

Elaborada por Erika Roca (2009), basada en [9]

ANEXO 8

CLASIFICACIÓN DEL DULCE DE LECHE SEGÚN NORMA INEN Y CAA

Tipos de dulce de leche según norma Ecuatoriana INEN y Código Alimentario Argentino		
Norma	**Tipo**	**Características**
INEN	I Dulce de Leche	Elaborado con leche fresca y apta para el consumo.
	II Dulce de leche con crema	Elaborado con leche y o crema de leche fresca y apta para el consumo
	III Dulce de leche mixto	Elaborado con leche o crema de leche fresca, aptas para el consumo, se puede añadir también miel, coco, cacao, almendras, maní u otros productos de uso permitido
Código Alimentario Argentino	Dulce de leche para repostería	Se permite el uso de sustancias gelificantes, estabilizantes y espesantes autorizados hasta en un 2% p/p
	Dulce de leche con crema	El contenido de materia grasa mínimo es del 11%, con esto cambia la composición general del dulce.
	Dulce de leche mixto	Adicionado de otras sustancias alimenticias (nueces, chocolates).Se permite el agregado de estabilizantes y espesantes, la mezcla no puede contener menos del 70% de dulce de leche, ni menos del 10% de la sustancia agregada.

Elaborada por: Erika Roca (2009), basada en [29] y [47].

ANEXO 9

COMPARACIÓN DE LOS REQUISITOS ORGANOLÉPTICOS QUE DEBE PRESENTAR EL DULCE DE LECHE SEGÚN LAS DIFERENTES NORMAS

Norma:	Aspecto	Consistencia	Textura	Sabor	Olor	Color
INEN.	Homogéneo.	Blanda.	Suave y uniforme.	Dulce.	Característico del producto fresco.	
Norma Mexicana.	En esta norma no se especifica ninguna característica organoléptica.					
Protocolo de Calidad INTI	Homogéneo.	Cremoso.	Sin gránulos.			Acaramelado.
Tratado MERCOSUR		Cremosa o pastosa, mas firme en el dulce de leche para confitería.	Sin cristales perceptibles.	Dulce, sin sabores extraños.	Característico sin olores extraños.	Castaño acaramelado.

Elaborada por: Erika Roca (2009), basada en [23], [29], [30], [31].

ANEXO 10

REQUISITOS DE COMPOSICIÓN DEL DULCE DE LECHE SEGÚN SU TIPO Y NORMA RESPECTIVA

Requisito	**INEN**			**Protocolo de calidad INTI**	**Tratado del MERCOSUR**	
	Tipo I	**Tipo II**	**Tipo III**	**No especifica**	**Tipo I**	**Tipo II**
Contenido de grasa	5,5% Min.	11% Min.	5,5% Min.	6,0% p/p Min.	6,0 a 9,0 g/100g	Mayor de 9,0 g/100g
Humedad.	_	_	_	30% p/p Máx.	30,0 g/100g Máx.	30,0 g/100g Máx.
Sólidos de la leche	23,5% Min.	29% Min.	23,5% Min.	24% p/p Min.	_	_
Cenizas.	2% Máx.	2% Máx.	2,5% Máx.	2,0% p/p Máx.	2,0 g/100g Máx.	2,0 g/100g Máx.
Azúcares Totales.	56% Máx.	56% Máx.	56% Máx.	_	_	_
Proteínas.	_	_	_	5,0% p/p Min.	5,0 g/100g Min.	5,0 g/100g Min.
Pérdida por calentamiento	30% Máx.	30% Máx.	30% Máx.			

Elaborada por: Erika Roca (2009), basada en [23], [29], [30]

ANEXO 11

REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA EL DULCE DE LECHE SEGÚN LAS DISTINTAS NORMAS DE CALIDAD

Microorganismo	**Norma Mexicana**	**Protocolo de Calidad INTI**	**Norma INEN**
Límite permitido			
Coliformes totales	10 UFC/g	-	Negativo
Staphylococcus Aureus	Menor a 100 UFC/g	Ausencia en 0,1g de producto.	-
Salmonella spp	Ausencia en 25 g de producto.	Ausencia en 25 g de producto.	-
Lysteria monocytogenes	Ausencia en 25 g de producto.	-	-
Hongos y levaduras.	-	Menor a 5 UFC/g	Negativo

Elaborada por: Erika Roca (2009), basada en [23], [29], [31].

ANEXO 12

FORMATO DE ENCUESTA REALIZADA PARA EL ESTUDIO DEL CONSUMO DE DULCE DE LECHE EN LA CUIDAD DE GUAYAQUIL

Encuesta para estudio de la demanda de dulce de leche en la ciudad de Guayaquil

Sector: _____

Sexo:

Masculino ☐

Femenino ☐

Edad: _____

¿Consume usted dulce de leche? _____

¿Con que frecuencia consume usted dulce de leche, ó compra un frasco de este producto?

Diariamente ☐

Semanalmente ☐

Mensualmente ☐

Ocasionalmente (una vez cada dos meses) ☐

¿Qué marca de dulce de leche le gusta o prefiere?

Nestlé ☐

Toni ☐

El Kiosco ☐

Alpina ☐

Dulac's ☐

Otro ☐

Elaborada por: Erika Roca (2010).

ANEXO 13

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LA DEMANDA DE DULCE DE LECHE EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.

Consumo de dulce de leche en general		
	Frecuencia	Porcentaje
Si	74	74
No	26	26
Total	100	100

Frecuencia de consumo		
	Frecuencia	Porcentaje
Diariamente	1	1,4
Semanalmente	14	18,9
Mensualmente	38	51,4
Ocasionalmente	21	28,4
Total	74	100

	Consumo de dulce de leche por sectores		
Sector	Si	No	Total
Mapasingue	11	9	20
	55,00%	45,00%	100,00%
Centro	18	2	20
	90,00%	10,00%	100,00%
Sur	18	2	20
	90,00%	10,00%	100,00%
Alborada	14	6	20
	70,00%	30,00%	100,00%
Ceibos	13	7	20
	65,00%	35,00%	100,00%
Total	74	26	100
	74,00%	26,00%	100,00%

Preferencia de marcas por los consumidores		
	Frecuencia	Porcentaje
Nestlé	24	32,4
Toni	25	33,8
Kiosco	3	4,1
Alpina	12	16,2
Dulac´´s	1	1,4
Otra	9	12,2
Total	74	100

Elaborado por: Erika Roca (2009).

ANEXO 14

TIPOS DE PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DE DULCE DE LECHE

Tipo de Proceso	Breve descripción	Ventajas	Desventajas
Sistema Simple en paila	Es el sistema tradicional, el más comúnmente utilizado en las pequeñas industrias, la mezcla de leche, azúcar y aditivos se evapora por acción del calentamiento, dentro de una paila, tanque o retenedor abierto	*Es un proceso simple. *Su costo de instalación y equipos es menor comparado con los otros sistemas.	*Este sistema requiere mayor gasto de energía. *Dura más tiempo. *Se necesita de una mayor cantidad de mano de obra. Es más difícil controlar la variable temperatura que podría modificar el producto final.
Sistema Combinado	Constituye un gran avance en la tecnología de fabricación de dulce de leche. La mezcla se concentra dentro de los evaporadores continuos, los mismos que trabajan herméticamente y en condiciones de vacío, luego la mezcla se termina de cocinar en las pailas.	*Ahorro de energía. *Ahorro de tiempo y mano de obra. *Mejores características finales del producto	*Alto costo de los equipos. *Alto costo de instalación. *La instalación tiene razón de ser solo si la producción de dulce de leche es grande.
Sistema Continuo	Mediante este sistema la materia prima se transforma progresivamente, es decir se va a evaporando poco a poco hasta obtener un producto semejante al elaborado por el método simple en paila, pero con la diferencia que la mezcla solo es procesada en una serie de evaporadores continuos y en ningún momento es cocido en la paila	*Mejor aprovechamiento de la energía. *Mejores costos de mano de obra. *Posibilidad de trabajar volúmenes grandes. *Menor necesidad de espacio. *Menor costo de mantenimiento	*Instalación de los equipos es costosa. *Los evaporadores tienen un alto precio. *Adecuado solo para producción a nivel industrial.

Elaborada por: Erika Roca (2010), basada en [20], [36].

ANEXO 15

EQUIPOS INDUSTRIALES Y CASEROS PARA LA ELABORACIÓN DEL DULCE DE LECHE MEDIANTE EL SISTEMA SIMPLE EN PAILA

Operación	**Equipo Industrial (acero inoxidable)**	**Equipo Casero**
Recepción de leche	• Tanque con removedor y camisa de enfriamiento. • Bomba. • Filtro.	• Acidímetro • Recipiente de acero inoxidable. • Refrigerador. • Filtro de malla fina.
Mezcla	• Tanques dosificadores de glucosa. • Tanque de mezcla con removedor y camisa de vapor.	• Recipiente de acero inoxidable capacidad 60 litros.
Evaporación	• Tanque de alimentación de las pailas. • Pailas de cocción a presión atmosférica. • Filtro.	• Recipiente de acero inoxidable o marmita, capacidad 10 litros. • Removedor. • Filtro de malla fina. • Refractómetro.
Enfriamiento	• Enfriador con camisa para circulación de agua fría.	• Dos recipientes de acero inoxidable uno colocado dentro del otro, el de adentro contiene el dulce caliente y el de afuera es de mayor diámetro y contiene agua fría.
Homogenización	• Homogenizador de pistón.	• Utensilio removedor o batidora de alta potencia.
Envasado	• Maquina dosificadora.	• Utensilio de cocina y balanza.
Insumos adicionales	• Vapor proveniente de una caldera. • Fuerza motriz producida por energía eléctrica. • Agua fría.	• Quemador de gas. • Agua fría.

Elaborado por: Erika Roca (2009), basado en [22], [26], [36].

ANEXO 16

PROPIEDADES QUE MIDE EL LACTOSCAN, RANGOS Y UNIDADES DE LAS MEDICIONES

Parámetro	**Unidades**	**Rango**
Grasa	%	0,01% a 25%
SNF	%	3% a 40%
Densidad	Kg/m^3	1000 a1150 kg/m^3
Proteínas	%	2 al 7 %
Lactosa	%	0,01 al 20%
Agua Añadida	%	0 al 70%
Temperatura de la muestra	Cº	1 a 40 Cº
Punto de congelación	Cº	-0,400 a -0,700
Sólidos	%	0,4 a 4%
pH	-	0 a 14

Fuente: Manual de operación del analizador de leche ultrasónico “Lactoscan” [54]

ANEXO 17

COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LAS DISTINTAS MUESTRAS CON LOS VALORES DE LECHE IDEAL PARA LA FABRICACIÓN DE DULCE DE LECHE

PROPIEDADES	**Unidades**	Muestra de leche entera envase tetra pack	Muestra de leche entera cruda	Muestra de leche en polvo al 12,5%	Muestra de leche en polvo al 13%	Muestra de leche en polvo al 14%	Muestra de leche en polvo al 15%	Características de la leche ideal para elaboración de dulce según normas y bibliografía
GRASA	%	3,10	4,01	3,58	3,89	4,27	4,54	mínimo 3,2%p/p
SNF	%	7,01	7,82	7,13	7,69	8,43	8,95	igual o mayor a 8,14%
DENSIDAD	Kg/m3	1024,29	1026,87	1024,54	1026,45	1029,00	1030,78	mín 1029 y max 1034 kg/m3
LACTOSA	%	3,71	4,14	3,77	4,07	4,46	4,74	min 4,8%
SOLIDOS	%	0,66	0,74	0,67	0,73	0,80	0,85	
PROTEINA	%	2,62	2,92	2,66	2,88	3,15	3,34	mínimo 3% p/p
AGUA AÑADIDA	%	16,92	5,57	15,00	7,50	0,00	0,00	
PUNTO DE CONG	Cº	-0,432	-0,491	-0,442	-0,481	-0,535	-0,573	menor a -0,518 ºC
PH		5,98	6,10	6,02	6,12	5,93	5,90	de 6,55 a 6,75

Elaborada por: Erika Roca (2010).

ANEXO 18

BALANCES DE MATERIA EN LAS DILUCIONES DE LECHE EN POLVO

Balance de materia para la dilución al 12,5%			
Compuesto	(g del compuesto) por X(g) de polvo	% del compuesto en la dilución (teoría)	% del compuesto en el análisis (experimental)
Grasa	6,21	3,62	3,58
Proteína	7,28	4,25	2,66
Sólidos Totales	20,72	12,09	11,57*
Balance de materia para la dilución al 13%			
Grasa	6,50	3,77	3,89
Proteína	7,62	4,42	2,88
Sólidos Totales	21,68	12,58	12,49*
Balance de materia para la dilución al 14%			
Grasa	7,08	4,06	4,27
Proteína	8,30	4,76	3,15
Sólidos Totales	23,62	13,54	13,69*
Balance de materia para la dilución al 15%			
Grasa	7,66	4,34	4,54
Proteína	8,98	5,09	3,34
Sólidos Totales	25,56	14,49	14,54*

*En esta tabla la cantidad de sólidos totales en la columna de **valores experimentales**, se obtiene de la suma de tres compuestos de la tabla del análisis experimental 3,7, estos son los valores SNF, lactosa y sólidos.

Ejemplo:

Cantidad de sólidos totales de la dilución al 12,5%= %SNF+%Lactosa+%Sólidos

Cantidad de sólidos totales de la dilución al 12,5%=7,13+3,77+0,67

Cantidad de sólidos totales de la dilución al 12,5%=11,57%

Elaborada por: Erika Roca (2010).

ANEXO 19

DATOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS NETAMENTE CON LECHE RECONSTITUIDA AL 14% , PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Leche reconstituida al (14%)	**Prueba 1**	**Prueba 2**	**Prueba 3**
Cantidad (kg)	0,85	0,78	0,85
Densidad (kg/m$^{3)}$	1028,72	1028	1028,61
Volumen (lts)	0,83	0,76	0,83
Acidez (ºD)	24	22	19
Composición			
Grasa (%)	4,23	4,15	4,20
Lactosa (%)	4,42	4,31	4,40
Proteína (%)	3,12	3,04	3,10
Formulación del dulce			
Cant. Leche (kg)	0,85	0,78	0,85
Cant. Azúcares (kg)	0,19	0,17	0,16
Cant. Sacarosa (g)	153	171,60	161,50
Cant. Glucosa (g)	38,25	0	0
Cant. Bicarbonato (g)	0,77	0,57	0,39
Sólidos lácteos del dulce (en teoría) (%)	24,04	24,03	26,68
Proceso			
Tiempo de cocción (Horas)	2 horas 30 min	1 hora 44 min	1 hora 50 min
Temperatura máx. de cocción (ºC)	93	93	91,4
Rendimiento Real (%)	33,59	37,81	33,60
Producto Final			
Grados brix	74	74	75
Textura	Filante	Aguada	Grumosa
Sabor	Dulce ligero	Leche Condensada ligeramente dulce	Leche condensada
Color	Marrón Claro	Blanco Crema	Blanco Crema
Olor	Característico	Característico	Característico

Elaborada por: Erika Roca (2010).

ANEXO 20

BALANCES DE MATERIA DE LAS MUESTRAS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTO PARTE 1

Leche fresca		**Prueba 1**		**Prueba 2**		**Prueba 3**		**Prueba 4**		**Prueba 5**		**Prueba 6**		**Prueba 7**		**Prueba 8**	
Características de la prueba																	
% Sólidos lácteos del manjar		22		22		23		23		24		24		25		25	
% Glucosa		10		20		10		20		10		20		10		20	
Características materia prima																	
Cantidad de leche a procesar (kg)		0,86		0,61		1,07		0,79		0,50		0,44		0,70		0,70	
Densidad (kg/m^3)		1028,05		1028,05		1026,88		1026,88		1026,88		1026,88		1026,43		1026,43	
Volumen (lts)		0,84		0,60		1,05		0,77		0,49		0,43		0,68		0,68	
Composición:																	
Grasa (%)		5,26		5,26		4,63		4,63		4,63		4,63		6,49		6,49	
Lactosa (%)		4,37		4,37		4,35		4,35		3,35		4,35		4,20		4,20	
Proteína (%)		3,10		3,10		3,08		3,08		3,08		3,08		2,99		2,99	
Balance de sólidos totales		Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg
Sólidos de leche	kg de leche	0,127	0,86	0,127	0,61	0,121	1,07	0,121	0,79	0,121	0,50	0,121	0,44	0,137	0,70	0,137	0,70
Sólidos del azúcar	Kg de azúcar	1,00	0,24	1,00	0,17	1,00	0,26	1,00	0,20	1,00	0,12	1,00	0,10	1,00	0,17	1,00	0,17
Sólidos de manjar	Kg de manjar	0,70	0,49	0,70	0,35	0,70	0,56	0,70	0,42	0,70	0,25	0,70	0,22	7,00	0,38	0,70	0,38
% De azúcar añadida			27,50		27,50		24,60		24,60		23,00		23,00		24,50		24,50
%Sólidos lácteos del manjar			22,15		22,15		23,03		23,03		24,08		24,08		25,08		25,08
% S. de grasa			9,15		9,15		8,84		8,84		9,24		9,24		11,90		11,90
% S. de lactosa			7,60		7,60		8,31		8,31		8,69		8,69		7,70		7,70
% S. de proteína			5,39		5,39		5,88		5,88		6,15		6,15		5,48		5,48
Cantidades de los ingredientes:		%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
%Sacarosa	Kg de Sacarosa	90	0,21	80	0,13	90	0,24	80	0,16	90	0,10	80	0,08	90	0,15	80	0,14
%Glucosa	Kg de Glucosa	10	0,02	20	0,03	10	0,03	20	0,04	10	0,01	20	0,02	10	0,02	20	0,03
Acidez de la leche ºD			19		19		19		19		19		19		18		18
Cant. Bicarbonato (g)			0,39		0,28		0,49		0,36		0,23		0,20		0,25		0,25

Elaborada por: Erika Roca (2010)

ANEXO 21

BALANCES DE MATERIA DE LAS MUESTRAS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTO PARTE 2

Leche Reconstituida al 15%		**Prueba 9**		**Prueba 10**		**Prueba 11**		**Prueba 12**		**Prueba 13**		**Prueba 14**	
Características de la prueba													
% Sólidos lácteos del manjar		23		23		24		24		25		25	
% Glucosa		10		20		10		20		10		20	
Características materia prima													
Cantidad de leche a procesar (kg)		0,48		0,47		0,40		0,40		0,40		0,35	
Densidad (kg/m^3)		1030,86		1030,86		1030,85		1030,85		1030,98		1031,17	
Volumen (lts)		0,46		0,46		0,39		0,39		0,39		0,34	
Composición:													
Grasa (%)		4,60		4,60		4,50		4,50		4,47		4,52	
Lactosa (%)		4,75		4,75		4,74		4,74		4,76		4,79	
Proteina (%)		3,35		3,35		3,35		3,35		3,36		3,38	
Balance de sólidos totales		Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg
Sólidos de leche	kg de leche	0,127	0,48	0,127	0,47	0,126	0,40	0,126	0,40	0,126	0,40	0,127	0,35
Sólidos del azúcar	Kg de	1,00	0,12	1,00	0,12	1,00	0,10	1,00	0,10	1,00	0,09	1,00	0,08
Sólidos de manjar	Kg de	0,70	0,26	0,70	0,26	0,70	0,21	0,70	0,21	0,70	0,20	0,70	0,17
% De azúcar añadida			25,50		25,50		24,00		24,00		22,50		22,50
%Sólidos lácteos del manjar			23,27		23,27		24,09		24,09		25,12		25,24
% S. de grasa			8,43		8,43		8,61		8,61		8,92		8,99
% S. de lactosa			8,70		8,70		9,07		9,07		9,50		9,53
% S. de proteina			6,14		6,14		6,41		6,41		6,70		6,72
Cantidades de los ingredientes:		%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
%Sacarosa	Kg de Sacarosa	90	0,11	80	0,10	90	0,09	80	0,08	90	0,08	80	0,06
%Glucosa	Kg de Glucosa	10	0,01	20	0,02	10	0,01	20	0,02	10	0,01	20	0,02
Acidez de la leche ºD			21		21		21		21		20		20
Cant. Bicarbonato (g)			0,30		0,30		0,25		0,25		0,22		0,19

Elaborada por: Erika Roca (2010)

ANEXO 22

BALANCES DE MATERIA DE LAS MUESTRAS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTO PARTE 3

50%Leche reconst.+50%leche fresca		Prueba15		Prueba 16		Prueba 17		Prueba18		Prueba 19		Prueba 20	
Características de la prueba													
% Sólidos lácteos del manjar			23		23		24		24		25		25
% Glucosa			10		20		10		20		10		20
Características materia prima													
Cantidad de mezcla a procesar (kg)			0,40		0,40		0,35		0,35		0,40		0,40
Densidad (kg/m^3)			1028,58		1028,58		1029,19		1029,19		1030,39		1030,39
Volumen (lts)			0,39		0,39		0,34		0,34		0,39		0,39
Composición:													
Grasa (%)			4,57		4,57		5,06		5,06		4,09		4,09
Lactosa (%)			4,42		4,42		4,53		4,53		4,66		4,66
Proteína (%)			3,12		3,12		3,20		3,20		3,28		3,28
Balance de sólidos totales		Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg
Sólidos de leche	kg de leche	0,121	0,40	0,121	0,40	0,128	0,35	0,128	0,35	0,120	0,40	0,120	0,40
Sólidos del azúcar	Kg de azúcar	1,00	0,10	1,00	0,10	1,00	0,09	1,00	0,09	1,00	0,09	1,00	0,09
Sólidos de manjar	Kg de manjar	0,70	0,21	0,70	0,21	0,70	0,19	0,70	0,19	0,70	0,19	0,70	0,19
% De azúcar añadida			24,50		24,50		24,50		24,50		21,50		21,50
%Sólidos lácteos del manjar			23,15		23,15		24,01		24,01		25,11		25,11
% S. de grasa			8,74		8,74		9,50		9,50		8,54		8,54
% S. de lactosa			8,45		8,45		8,50		8,50		9,73		9,73
% S. de proteína			5,97		5,97		6,01		6,01		6,85		6,85
Cantidades de los ingredientes:		%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
%Sacarosa	Kg de Sacarosa	90	0,09	80	0,08	90	0,08	80	0,07	90	0,08	80	0,07
%Glucosa	Kg de Glucosa	10	0,10	20	0,02	10	0,01	20	0,02	10	0,01	20	0,02
Acidez de la leche ºD			18		18		20		20		20		20
Cant. Bicarbonato (g)			0,15		0,15		0,19		0,19		0,22		0,22

Elaborada por: Erika Roca (2010)

ANEXO 23

CONDICIONES DE ELABORACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTO PARTE 1

Condiciones del proceso de elaboración de las muestras de manjar								
No. Prueba	1	2	3	4	5	6	7	8
Características de la muestra								
Tipo de materia prima.	Leche fresca	Leche fresca	Leche fresca	Leche fresca	Leche fresca	Leche fresca	Leche fresca	Leche fresca
Cantidad de sólidos lácteos finales en el manjar (%)	22	22	23	23	24	24	25	25
Porcentaje de glucosa añadida (%)	10	20	10	20	10	20	10	20
Formulación								
Kilogramos de leche a procesar (Kg.)	0,86	0,61	1,07	0,79	0,50	0,44	0,70	0,70
Kilogramos de Sacarosa (Kg.)	0,21	0,13	0,24	0,16	0,10	0,08	0,15	0,14
Kilogramos de Glucosa (kg)	0,02	0,03	0,03	0,04	0,01	0,02	0,02	0,03
Gramos de bicarbonato (g)	0,39	0,28	0,49	0,36	0,23	0,20	0,25	0,25
Peso de la mezcla total (kg)	1,09	0,77	1,34	0,99	0,61	0,54	0,87	0,87
Kilogramos de manjar producidos (kg)	0,47	0,29	0,48	0,38	0,22	0,17	0,32	0,32
Proceso								
Tiempo de concentración (horas)	1:30	1:16	2:00	1:30	1:10	1:05	1:20	1:25
Rendimiento real del proceso (%).	43	38	36	38	36	32	37	37
Grados Brix finales del producto.	75	72	75	71	74	75	75	75
Rendimiento teórico según balances de materia								
Peso de la mezcla total (kg)	1,09	0,77	1,34	0,99	0,61	0,54	0,87	0,87
Kilogramos de manjar (según balance de materia) (kg)	0,49	0,35	0,56	0,42	0,25	0,22	0,38	0,38
Rendimiento teórico (%)	45	45	42	42	41	41	44	44

Elaborada por: Erika Roca (2010)

ANEXO 24

CONDICIONES DE ELABORACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTO PARTE 2

Condiciones del proceso de elaboración de las muestras de manjar						
No. Prueba	9	10	11	12	13	14
Características de la muestra						
Tipo de materia prima.	Leche reconst.	Leche reconst.	Leche reconst.	Leche reconst.	Leche reconst.	Leche reconst.
Cantidad de sólidos lácteos finales en el manjar (%)	23	23	24	24	25	25
Porcentaje de glucosa añadida (%)	10	20	10	20	10	20
Formulación						
Kilogramos de leche a procesar (Kg.)	0,48	0,47	0,40	0,40	0,40	0,35
Kilogramos de Sacarosa (Kg.)	0,11	0,10	0,09	0,08	0,08	0,06
Kilogramos de Glucosa (Kg.)	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
Gramos de bicarbonato (g)	0,30	0,30	0,25	0,25	0,22	0,19
Peso de la mezcla total (Kg.)	0,60	0,59	0,50	0,50	0,49	0,43
Kilogramos de manjar producidos (kg)	0,22	0,22	0,17	0,18	0,16	0,14
Proceso						
Tiempo de concentración (horas)	0:55	1:00	0:55	0:55	0:55	0:45
Rendimiento real del proceso (%).	37	38	35	36	33	34
Grados Brix finales del producto.	74	74	74	74	74	75
Rendimiento teórico según balances de materia						
Peso de la mezcla total (kg)	0,60	0,59	0,50	0,50	0,49	0,43
Kilogramos de manjar (según balance de materia) (kg)	0,26	0,26	0,21	0,21	0,20	0,17
Rendimiento teórico (%)	43	44	42	42	41	40

Elaborada por: Erika Roca (2010)

ANEXO 25

CONDICIONES DE ELABORACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS MUESTRAS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTO PARTE 3

Condiciones del proceso de elaboración de las muestras de manjar						
No. Prueba	15	16	17	18	19	20
Características de la muestra						
Tipo de materia prima.	Mezcla	Mezcla	Mezcla	Mezcla	Mezcla	Mezcla
Cantidad de sólidos lácteos finales en el manjar (%)	23	23	24	24	25	25
Porcentaje de glucosa añadida (%)	10	20	10	20	10	20
Formulación						
Kilogramos de leche a procesar (Kg.)	0,40	0,40	0,35	0,35	0,40	0,40
Kilogramos de Sacarosa (Kg.)	0,09	0,08	0,08	0,07	0,08	0,07
Kilogramos de Glucosa (Kg.)	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
Gramos de bicarbonato (g)	0,15	0,15	0,19	0,19	0,22	0,22
Peso de la mezcla total (Kg.)	0,50	0,50	0,44	0,44	0,49	0,49
Kilogramos de manjar producidos (Kg.)	0,18	0,17	0,16	0,15	0,17	0,16
Proceso						
Tiempo de concentración (horas)	1:00	1:00	1:00	0:50	1:00	0:55
Rendimiento real del proceso (%).	36	34	36	35	34	32
Grados Brix finales del producto.	75	75	75	75	75	74
Rendimiento teórico según balances de materia						
Peso de la mezcla total (Kg.)	0,50	0,50	0,44	0,44	0,49	0,49
Kilogramos de manjar (según balance de materia) (kg)	0,21	0,21	0,19	0,19	0,19	0,19
Rendimiento teórico (%)	42	42	43	43	39	39

Elaborado por: Erika Roca (2010)

ANEXO 26

FOTOGRAFÍAS DEL PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DE DULCE DE LECHE A NIVEL EXPERIMENTAL

Para preparar la materia prima se pasteuriza la leche fresca a 75ºC por 20 minutos. Se disuelve la leche en polvo en agua caliente con ayuda de una licuadora en una proporción de (15% leche y 85% agua). Luego se pesa 50% de leche fresca y 50% de leche reconstituida, se las mezcla a ambas y se obtiene la materia prima o mezcla, se extrae una muestra de esta y también una de la leche fresca y otra de la reconstituida que la componen. Finalmente se las almacena en refrigeración hasta que su temperatura llegue a 20º C.	
Luego se analiza las propiedades fisicoquímicas de cada una con ayuda del Lactoscan, así como sus distintos valores de acidez, mediante una prueba de titulación con hidróxido de sodio 0,1 N.	
Una vez que se conoce la densidad de la leche, se determina el volumen con el que se trabajará para agregar la enzima HA-Lactasa que hidroliza la lactosa a 40º C.	
Con ayuda de una jeringa se coloca la enzima en la leche (por cada 100 litros de leche se necesitan 4ml de lactasa), y se la deja actuar durante 1 hora y media.	
Luego se pesa la leche o mezcla de leches ya hidrolizada, y con este dato se realiza el balance de materia, para determinar las cantidades del resto de ingredientes.	

Según los resultados del balance se pesan la sacarosa, la glucosa y el bicarbonato.	
Después de haber pesado todos los ingredientes, se neutraliza la leche hasta 14ºD añadiendo bicarbonato según la acidez de la leche. Se mezclan la glucosa y el azúcar con la leche según los cálculos del balance de materia. Posteriormente se inicia la concentración a 92ºC, a baño maría con agua como medio de calentamiento, y agitación lenta y constante con el batidor manual.	
Mientras dura la concentración se miden los grados Brix y la temperatura cada 20 minutos.	
Cuando se observa que el dulce de leche alcanzó los 72 o 73 ºBrix se detiene la concentración y se enfría inmediatamente igualmente a baño maría pero con agua fría a 4º C o menos, y se continúa agitando. Una vez que el dulce ha alcanzado los 60 grados centígrados se lo pesa nuevamente para conocer el rendimiento del proceso, y finalmente se lo envasa y almacena en refrigeración de 8 a 10ºC.	

Elaborada por: Erika Roca (2011).

ANEXO 27
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE LAS MUESTRAS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTO

Características sensoriales de las muestras									
No. Muestra	**Código**	**Tipo de leche**	**% Sólidos lácteos**	**% de Glucosa**	**ºBrix**	**Textura**	**Sabor**	**Color**	**Otras observaciones.**
1	121	Fresca	22%	10%	75	Muy aguada	Muy dulce	Marrón medio	
2	122	Fresca	22%	20%	72	Muy Aguada	Muy dulce	Marrón medio	
3	131	Fresca	23%	10%	75	Aguada	Dulce	Marrón medio	
4	132	Fresca	23%	20%	71	Aguada	Muy dulce	Marrón claro	
5	141	Fresca	24%	10%	74	Untable	Dulce ligero	Marrón claro	
6	142	Fresca	24%	20%	75	Filante	Muy dulce	Marrón obscuro	
7	151	Fresca	25%	10%	75	Filante	Dulce	Marrón obscuro	
8	152	Fresca	25%	20%	75	Untable	Dulce	Marrón obscuro	
9	231	Reconstituida	23%	10%	74	Filante	Dulce	Marrón claro	
10	232	Reconstituida	23%	20%	74	Untable	Dulce ligero	Marrón claro	Sabor a leche en polvo
11	241	Reconstituida	24%	10%	74	Grumoso	Dulce ligero	Amarillo crema	
12	242	Reconstituida	24%	20%	74	Filante	Duce ligero	Amarillo crema	Ligero sabor a leche en polvo
13	251	Reconstituida	25%	10%	74	Filante	Dulce	Amarillo crema	Sabor a leche en polvo
14	252	Reconstituida	25%	20%	75	Untable	Dulce ligero	Marrón Claro	Ligero sabor a leche en polvo
15	331	Mezcla	23%	10%	75	Muy Filante	Dulce ligero	Marrón Claro	Textura como caramelo
16	332	Mezcla	23%	20%	75	Filante	Dulce	Marrón Claro	Presencia de grumos
17	341	Mezcla	24%	10%	75	Untable	Dulce ligero	Amarillo crema	Ligero sabor a leche en polvo
18	342	Mezcla	24%	20%	75	Untable	Dulce	Marrón Claro	
19	351	Mezcla	25%	10%	75	Filante	Dulce ligero	Marrón Claro	
20	352	Mezcla	25%	20%	74	Untable	Dulce	Marrón Claro	

Elaborada por: Erika Roca (2010)

ANEXO 28

VARIACIÓN DE GRADOS BRIX DE ALGUNAS MUESTRAS DEL DISEÑO DE EXPERIMENTO, DESPUÉS DEL ALMACENAMIENTO

Variación de ° Brix vs. Tiempo de almacenamiento							
Muestra	Fecha elab.	Fecha. Análisis	Tiempo de almac.	Tipo de envase	°Brix iniciales	° Brix Finales	Diferencia
2	12/07/2010	10/10/2010	3 meses	Vidrio	72	77	5
5	14/07/2010	10/10/2010	3 meses	Vidrio	74	74	0
6	14/07/2010	10/10/2010	3 meses	Vidrio	75	80	5
8	16/07/2010	10/10/2010	3 meses	Vidrio	75	75	0
10	20/07/2010	10/10/2010	2 meses y 20 días	Vidrio	74	74	0
11	27/07/2010	10/10/2010	2 meses y medio	Vidrio	74	74	0
12	27/07/2010	10/10/2010	2 meses y medio	Vidrio	74	77	3
14	30/07/2010	10/10/2010	2 meses 10 días	PP	75	80	5
15	02/08/2010	10/10/2010	2 meses 1 semana	PP	75	76	1
16	02/08/2010	10/10/2010	2 meses 1 semana	PP	75	78	3
17	04/08/2010	10/10/2010	2 meses 1 semana	PEAD	75	80	5
18	05/08/2010	10/10/2010	2 meses	PEAD	75	79	4
20	06/08/2010	10/10/2010	2 meses	PEAD	74	79	5

Elaborada por: Erika Roca (2010).

ANEXO 29

BALANCES DE MATERIA DE LAS MUESTRAS ESCOGIDAS DE LA PRIMERA DEGUSTACIÓN TÉCNICA PARA LA REPETICIÓN

Repeticiones de las pruebas		**Prueba 5 R**		**Prueba 8 R**		**Prueba 10 R**		**Prueba 11 R**		**Prueba 14 R**		**Prueba 17 R**		**Prueba 18 R**		**Prueba 20R**	
Características de la prueba																	
Tipo de leche		Fresca		Fresca		Reconstituida		Reconstituida		Reconstituida		Mezcla lf+ lr		Mezcla lf+lr		Mezcla lf+lr	
% Sólidos lácteos del manjar		24		25		23		24		25		24		24		25	
% Glucosa		10		20		20		10		20		10		20		20	
Características materia prima																	
Cantidad de leche a procesar (kg)		1,04		1,04		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00		1,00	
Densidad (kg/m^3)		1026,69		1026,69		1030,34		1030,68		1030,68		1030,12		1030,27		1030,27	
Volumen (lts)		1,01		1,01		0,97		0,97		0,97		0,97		0,98		0,97	
Composición:																	
Grasa (%)		5,23		5,23		4,81		4,62		4,62		4,88		4,65		4,65	
Lactosa (%)		4,32		4,32		4,69		4,73		4,73		4,66		4,67		4,67	
Proteina (%)		3,07		3,07		3,31		3,34		3,34		3,29		3,30		3,30	
Balance de sólidos totales		Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg	Conc.	kg
Sólidos de leche	kg de leche	0,126	1,04	0,126	1,04	0,128	1,00	0,127	1,00	0,127	1,00	0,128	1,00	0,126	1,00	0,126	1,00
Sólidos del azúcar	Kg de azúcar	1,00	0,25	1,00	0,23	1,00	0,26	1,00	0,24	1,00	0,23	1,00	0,25	1,00	0,24	1,00	0,23
Sólidos de manjar	Kg de manjar	0,70	0,54	0,70	0,52	0,70	0,55	0,70	0,52	0,70	0,50	0,70	0,53	0,70	0,53	0,70	0,50
% De azúcar añadida			24,00		22,50		26,00		24,00		22,50		24,50		24,00		22,50
%Sólidos lácteos del manjar			24,12		25,15		23,10		24,21		25,24		24,06		24,12		25,15
% S. de grasa			10,00		10,42		8,68		8,81		9,19		9,15		8,89		9,27
% S. de lactosa			8,26		8,61		8,46		9,02		9,41		8,74		8,93		9,31
% S. de proteina			5,87		6,12		5,97		6,37		6,64		6,17		6,31		6,58
Cantidades de los ingredientes:		%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
%Sacarosa	Kg de Sacarosa	90	0,22	80	0,19	80	0,21	90	0,22	80	0,18	90	0,22	80	0,19	80	0,18
%Glucosa	Kg de Glucosa	10	0,02	20	0,05	20	0,05	10	0,02	20	0,05	10	0,02	20	0,05	20	0,05
Acidez de la leche ºD			21		21		21		22		22		21		21		21
Cant. Bicarbonato (g)			0,66		0,66		0,63		0,72		0,73		0,64		0,64		0,64

Elaborada por: Erika Roca (2010)

ANEXO 30

DATOS, FORMULACIONES Y CONDICIONES DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS REPETIDAS

Condiciones del proceso de elaboración de las muestras de manjar								
No. Prueba	5R	8R	10R	11R	14R	17R	18R	20R
Características de la muestra								
Tipo de materia prima.	Leche fresca	Leche fresca	Leche reconst.	Leche reconst.	Leche reconst.	Mezcla	Mezcla	Mezcla
Cantidad de sólidos lácteos finales en el manjar (%)	24	25	23	24	25	24	24	25
Porcentaje de glucosa añadida (%)	10	20	20	10	20	10	20	20
Formulación								
Kilogramos de leche a procesar (Kg.)	1,04	1,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kilogramos de Sacarosa (Kg.)	0,22	0,19	0,21	0,22	0,18	0,22	0,19	0,18
Kilogramos de Glucosa (kg)	0,02	0,05	0,05	0,02	0,05	0,02	0,05	0,05
Gramos de bicarbonato (g)	0,66	0,66	0,63	0,72	0,73	0,64	0,64	0,64
Peso de la mezcla total (kg)	1,28	1,28	1,26	1,24	1,23	1,24	1,24	1,23
Kilogramos de manjar producidos (kg)	0,48	0,47	0,50	0,46	0,46	0,49	0,49	0,45
Proceso								
Tiempo de concentración (horas)	2:15	2:20	2:10	2:15	1:55	1:50	2:00	1:45
Rendimiento real del proceso (%).	38	37	40	37	37	40	39	37
Grados Brix finales del producto.	72	70	69	72	70	70	70	69
Rendimiento teórico según balances de materia								
Peso de la mezcla total (kg)	1,28	1,28	1,26	1,24	1,23	1,24	1,24	1,23
Kilogramos de manjar (según balance de materia) (kg)	0,54	0,52	0,55	0,52	0,50	0,53	0,53	0,50
Rendimiento teórico (%)	42	41	44	42	41	43	43	41

Elaborada por: Erika Roca (2010)

ANEXO 31

CUESTIONARIO PARA SEGUNDA DEGUSTACIÓN TÉCNICA

Hoja de Degustación Técnica

Nombre:_____ **Fecha:**_____

Producto: Dulce de leche.

Instrucciones:

Evalúe cada muestra como le indica el director del panel, y califique los atributos que se encuentran en la tabla a continuación y coloque:

- Una X si no le agrada.
- Un visto si le agrada.

Atributo	**252**	**141**	**241**	**341**	**232**	**352**	**342**
Intensidad de color							
Sabor a Leche							
Dulzor							
Textura grumosa							
Viscoso							
Aroma lácteo							
Sabor Residual							

Comentarios:

_____
_____
_____
_____

Muchas Gracias!!

Elaborada por: Erika Roca (2010)

ANEXO 32

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE ACEPTACIÓN.

Hoja de Evaluación Sensorial

Nombre:_____ **Fecha:**_____

Producto: Dulce de leche.

Cate las muestras en **el orden que la tabla le indica** y marque con una **X** la opción que merece cada muestra analizada, según su sabor, viscosidad, aroma y color.

Sabor:

Muestra	**241**	**341**	**342**
Desagradable			
Ligeramente desagradable			
Ni agradable ni desagradable			
Ligeramente agradable			
Agradable			

Viscosidad:

Muestra	**241**	**341**	**342**
Espeso			
Normal/untable			
Aguado			

Aroma:

Muestra	**241**	**341**	**342**
Desagradable			
Ligeramente desagradable			
Ni agradable ni desagradable			
Ligeramente agradable			
Agradable			

Color:

Muestra	**241**	**341**	**342**
Me gusta			
No me gusta			

Comentarios:

_____

Elaborada por: Erika Roca (2010).

ANEXO 33

RESULTADOS INDIVIDUALES DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE ACEPTACIÓN POR MUESTRA, POR ATRIBUTO Y POR CATADOR

TABULACIÓN DE ENCUESTAS												
	Sabor			Textura			Aroma			Color		
	Rango	(1-5)		Rango	(1-3)		Rango	(1-5)		Rango	(1-2)	
	241	341	342	241	341	342	241	341	342	241	341	342
Número												
1	3	3	2	3	2	3	5	5	2	2	2	1
2	4	5	5	3	3	1	5	5	5	2	2	1
3	4	5	2	3	3	1	3	3	4	2	1	1
4	4	3	2	3	3	3	4	3	3	2	2	1
5	2	5	4	3	3	1	4	5	3	2	2	1
6	5	5	4	2	3	3	4	5	5	2	2	2
7	5	4	4	3	3	1	5	4	4	2	2	2
8	4	4	5	3	2	3	5	3	5	2	2	2
9	5	4	5	3	2	3	4	3	5	2	2	2
10	5	5	4	3	3	1	5	5	5	2	2	2
11	5	3	5	1	2	3	3	3	3	2	2	2
12	4	4	4	3	2	3	3	3	3	2	2	2
13	5	5	4	3	3	1	5	5	5	2	2	2
14	5	5	3	1	3	1	5	5	5	2	2	1
15	5	4	3	3	1	1	5	5	5	2	1	1
16	5	5	4	3	2	3	5	4	3	2	2	1
17	5	2	5	3	2	3	3	3	3	2	1	2
18	5	5	5	3	2	1	4	5	5	2	2	2
19	5	5	4	3	2	3	5	4	4	2	2	2
20	4	4	3	3	2	1	5	4	3	2	1	2
21	3	4	3	2	3	1	2	5	3	2	2	2
22	2	5	5	1	3	3	5	3	4	2	2	2
23	5	5	4	3	3	1	4	5	4	2	2	2
24	4	5	5	1	3	1	3	3	3	2	2	2
25	1	4	2	3	2	3	3	5	4	2	2	2
26	5	5	5	3	3	1	5	5	5	2	2	2
27	5	4	5	3	3	1	5	4	4	2	1	2
28	5	4	5	3	2	3	2	2	2	2	2	2
29	5	5	4	3	3	3	5	5	5	2	2	2
30	4	5	5	3	2	1	3	5	5	2	2	2
Total	128	131	120	80	75	58	124	124	119	60	55	52

Elaborada por: Erica Roca (2010)

ANEXO 34

BALANCES DE MATERIA PARA LAS MUESTRAS 341R2 Y 241R2

Balance de materia para la muestra 341.

DATOS DE LA PRUEBA:		ingrediente	% en la mezcla	peso en (g)
Tipo de leche	Mezcla leche rec al 15% + leche fresca	leche	15	150
		agua	85	850
		leche reconst. (g)	100%	1000
Porcentajes	50% y 50%	leche reconst(g) (cant en la mezcla)		850
Fecha	11/01/11	Leche fresca (g) (cant en la mezcla)		850
Número de prueba	17R2 (341)	cant. mezcla para la prueba (kg)		1,46
Sólidos lácteos manjar	24%	en (g)		1464,9
% Glucosa	10%			

Características mezcla de leche f+ leche r		
Densidad	en kg/m3	1029,28
Peso	en kg	**1,46**
Volumen	en lts	**1,42**
Grasa %	4,24	0,0424
Lactosa %	4,50	0,045
Proteína %	3,18	0,0318
Calculo para	1,46	kilogramos de leche
Grasa	0,06	
Lactosa	0,07	
Proteína	0,05	

Balance de sólidos totales			
Sólidos de leche	0,1192	Kg leche	1,46
Sólidos del azúcar	1	kg de azúcar	0,33
Sólidos del manjar	0,7	kg de manjar	0,72
Sólidos del agua	0	kg de agua	0

ANEXO 34

Cantidad de azúcares totales a añadir		
Azúcar añadida	0,33	Kg
Azúcar añadida	22,5	%
Cantidad de dulce de leche a producirse (en teoría)		
	0,72	Kg de manjar
Para producir	720,31	g de manjar
Cantidad de sólidos lácteos en el dulce de leche		
Grasa	8,62	%
Lactosa	9,15	%
Proteína	6,47	%
Total	24,24	%

Cálculos de otros ingredientes					
Sacarosa	90% de azúcares totales	0,30	en kg	296,64	en g
Glucosa	10% de azucares totales	0,03	En kg	32,96	en g
Bicarbonato	del 0,04 al 0,06% en la formula	0,80	en g	0,00	en kg

Rendimiento en teoría:		
Peso Total mezcla	1,80	en kg
Cantidad de manjar	0,72	en kg
Agua evaporada	1,07	en kg
Rendimiento ideal	45	en %
Rendimiento	40,12	en %

Rendimiento Real		
Peso mezcla total	1,80	en kg
Cantidad de producto	0,6761	en kg
Rendimiento Real	37,66	en %

Grados Brix finales:	72 ºBrix

ANEXO 34

CÁLCULOS DE NEUTRALIZACIÓN			
Acidez de la leche (Titulación con NaOH)			
Peso de la muestra	9	en g	
Vi de consumo (NaOH)	7	en ml	
Vf de consumo (NaOH)	5	en ml	
Vi-Vf=	2	en ml	
% de acidez	0,2	en % de ac. láctico	
Acidez	20	en ºD	
Neutralización			
Acidez de la leche	20	enºD	
Acidez deseada	14	enºD	
Cantidad a neutralizar	6	enºD	
Cantidad a neutralizar	0,85	en g de ac láctico	
	90g de ac.láctico	84g Bic. De Sodio	
Litros de leche	1,42		
Cantidad de Bic. De sodio	0,80	en g	
Pureza del Bicarbonato	100	en %	
Cantidad de Bic. De sodio	0,80	en g	

Elaborado por: Erika Roca (2011)

Balance de materia para la muestra 241.

DATOS DE LA PRUEBA:		Ingrediente	% en la mezcla	peso en (g)
Tipo de leche	Reconstituida al 15%	Leche	15	255
		Agua	85	1445
		leche reconst. (g)	100%	1700
Fecha:	11/01/2011			
Número de prueba	11R 2 (241)			
Sólidos lácteos manjar	24%	cant.de leche para la prueba (kg)		1,37
% Glucosa	10%	en (g)		1374

ANEXO 34

Características de la leche dilución al 15%		
Densidad	en kg/m3	1031,03
Peso	en kg	**1,37**
Volumen	en lts	**1,33**
Grasa %	4,57	0,0457
Lactosa %	4,77	0,0477
Proteína %	3,37	0,0337
Calculo para	1,37	kilogramos de leche
Grasa	0,06	
Lactosa	0,07	
Proteína	0,05	

Balance de sólidos totales			
Sólidos de leche	0,1271	Kg leche	1,37
Sólidos del azúcar	1	kg de azúcar	0,33
Sólidos del manjar	0,7	kg de manjar	0,72
Sólidos del agua	0	kg de agua	0

Cantidad de azúcares totales a añadir		
Azúcar añadida	0,33	Kg
Azúcar añadida	24	%
Cantidad de dulce de leche a producirse (en teoria)		
	0,72	Kg de manjar
Para producir	720,56	g de manjar
Cantidad de sólidos lácteos en el dulce de leche		
Grasa	8,71	%
Lactosa	9,10	%
Proteína	6,43	%
Total	24,24	%

Cálculos de otros ingredientes					
Sacarosa	90% de azúcares totales	0,30	en kg	296,78	en g
Glucosa	10% de azucares totales	0,03	En kg	32,98	en g
Bicarbonato	del 0,04 al 0,06% en la formula	0,87	en g	0,00	en kg

ANEXO 34

Rendimiento en teoría:		
Peso Total mezcla	1,70	en kg
Cantidad de	0,72	en kg
Agua evaporada	0,98	en kg
Rendimiento ideal	45	en %
Rendimiento	42,29	en %

Rendimiento Real		
Peso mezcla total	1,70	en kg
Cantidad de producto	0,6912	en kg
Rendimiento Real	40,57	en %

Grados Brix finales:	73ºBrix

CÁLCULOS DE NEUTRALIZACIÓN			
Acidez de la leche (Titulación con NaOH)			
Peso de la muestra	9	en g	
Vi de consumo (NaOH)	6,8	en ml	
Vf de consumo (NaOH)	4,7	en ml	
Vi-Vf=	2,1	en ml	
% de acidez	0,21	en % de ac. láctico	
Acidez	21	en ºD	
Neutralización			
Acidez de la leche	21	enºD	
Acidez deseada	14	enºD	
Cantidad a neutralizar	7	enºD	
Cantidad a neutralizar	0,93	en g de ac láctico	
	90g de ac.láctico	84g Bic. De Sodio	
Litros de leche	1,33		
Cantidad de Bic. De sodio	0,87	en g	
Pureza del Bicarbonato	100	en %	
Cantidad de Bic. De sodio	0,87	en g	

Elaborado por: Erika Roca (2011)

ANEXO 35

DATOS, FORMULACIONES Y CONDICIONES DE PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS 341R2 Y 241R2

No. Prueba	Muestra 341	Muestra 241
Características de la muestra		
Tipo de materia prima.	Mezcla	Reconstituida
Cantidad de sólidos lácteos finales en el manjar (%)	24	24
Porcentaje de glucosa añadida (%)	10	10
Formulación		
Kilogramos de leche a procesar (Kg.)	1,46	1,37
Gramos de Sacarosa (g.)	296,64	296,78
Gramos de Glucosa (g)	32,96	32,98
Gramos de bicarbonato (g)	0,80	0,87
Peso de la mezcla total (kg)	1,80	1,70
Kilogramos de manjar producidos (kg)	0,68	0,69
Proceso		
Tiempo de concentración (horas)	2:30	2:45
Rendimiento real del proceso (%).	38	41
Grados Brix finales del producto.	72	73
Rendimiento teórico según balances de materia		
Peso de la mezcla total (kg)	1,80	1,70
Kilogramos de producto (según balance de materia) (kg)	0,72	0,72
Rendimiento teórico (%)	40	41

Elaborada por: Erika Roca (2011)

ANEXO 36

HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE COMPARACIONES MÚLTIPLES

Hoja de Evaluación Sensorial

Nombre: _____ Fecha:_____

Producto: Dulce de leche.

Frente a usted hay tres muestras de dulce de leche, para que las compare según su **untabilidad, grumosidad, dulzor y color.**

Una de las muestras está marcada con una **"R"** y las otras tienen códigos

Untabilidad:
Unte cada una de las muestras sobre la galleta de sal, con ayuda de la paleta de madera, compárelas con **"R"**

Muestra	241	341
Mas untable que R		
Igual de untable que R		
Menos untable que R		
Indique cual es la diferencia		
Nada		
Moderada		
Mucha		

Grumosidad:
Observe cada una de las muestras y pruébelas con ayuda de la cuchara de plástico, compárelas con **"R".**

Muestra	241	341
Mas grumosa que R		
Igual de grumosa que R		
Menos grumosa que R		
Indique cual es la diferencia		
Nada		
Moderada		
Mucha		

Dulzor:
Pruebe cada una de las muestras con ayuda de la cuchara plástica, compárela con **"R"**.

Muestra	241	341
Mas dulce que R		
Igual de dulce que R		
Menos dulce que R		
Indique cual es la diferencia		
Nada		
Moderada		
Mucha		

Color: Observe los colores de las muestras, 241 y 341, e indique cual de los dos colores de muestra le gusta más: _____

¿Cuál de las tres muestras le gustó más en general? _____

Elaborado por: Erika Roca (2011)

ANEXO 37

RESULTADOS INDIVIDUALES DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE COMPARACIONES MÚLTIPLES POR MUESTRA, POR ATRIBUTO Y POR CATADOR

TABULACIÓN DE DATOS						
Catador	Untabilidad		Grumosidad		Dulzor	
Número	Muestra 241	Muestra 341	Muestra 241	Muestra 341	Muestra 241	Muestra 341
1	5	6	4	4	4	5
2	5	6	5	6	6	4
3	5	3	4	5	3	5
4	6	7	5	6	3	5
5	5	6	5	5	3	4
6	4	6	5	6	5	4
7	4	7	6	4	4	5
8	6	6	5	5	6	3
9	4	6	5	4	5	4
10	4	6	5	5	4	6
11	4	4	5	5	5	4
12	5	6	5	3	4	6
13	4	5	5	5	6	6
14	4	5	5	5	6	6
15	5	6	4	6	6	4
16	6	3	5	6	4	7
17	5	5	5	5	5	5
18	4	6	4	3	4	3
19	4	4	3	3	6	3
20	6	5	5	5	7	4
21	5	6	3	5	5	5
22	4	5	5	6	4	6
23	4	6	7	5	6	6
24	5	6	5	5	5	5
25	6	6	6	5	6	4
26	5	4	5	4	5	4
27	4	4	5	5	5	6
28	6	7	6	5	4	7
29	4	6	4	5	5	4
30	6	4	5	5	6	5

Elaborada por: Erika Roca (2011)

ANEXO 38

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE TEXTURA DE MUESTRAS DE DULCE DE LECHE MR1

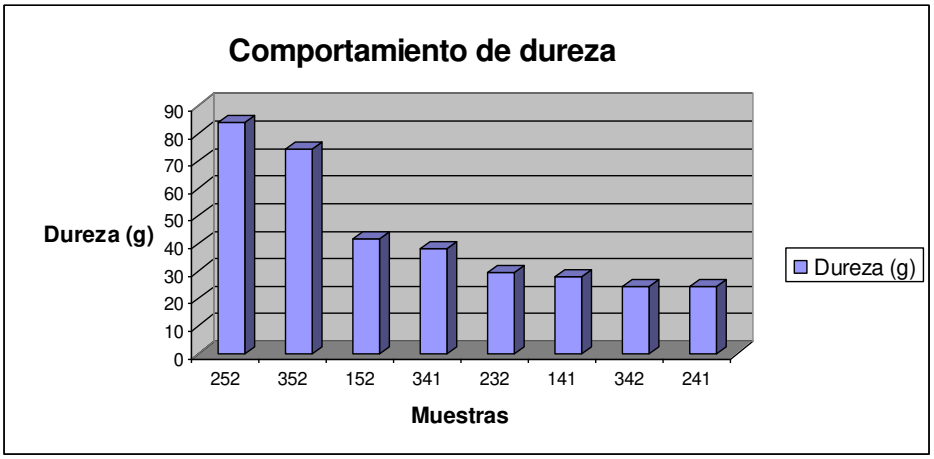
Resultados						
Cód.	**Muestra**	**Elaboración**	**Fecha actual**	**Dureza(g)**	**Trabajo total realizado Consistencia (mJ)**	**Cohesividad (A2/A1)**
	Toni	16/07/2010	13/09/2010	322,83	16,77	0,883
	Nestlé	14/04/2010	13/09/2010	247,00	12,15	0,940
	Pucuhuaico	03/08/2010	13/09/2010	88,67	4,96	0,945
141	**5R**	03/09/2010	13/09/2010	28,00	1,25	0,920
152	**8R**	04/09/2010	13/09/2010	41,83	1,71	0,979
232	**10R**	07/09/2010	13/09/2010	29,67	1,31	0,899
241	**11R**	08/09/2010	13/09/2010	24,17	0,81	0,898
252	**14R**	08/09/2010	13/09/2010	83,83	2,98	1,003
341	**17R**	09/09/2010	13/09/2010	38,00	1,54	0,891
342	**18R**	10/09/2010	13/09/2010	24,33	1,19	0,886
352	**20R**	10/09/2010	13/09/2010	74,50	2,08	1,182

Elaborada por: Erika Roca (2010).

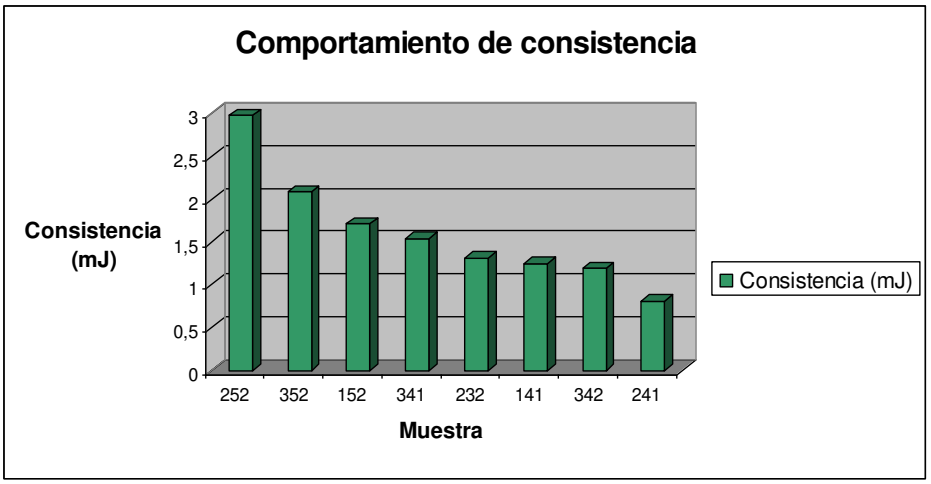
ANEXO 39

GRAFICO DE BARRAS DE COMPORTAMIENTOS DE DUREZA, CONSISTENCIA Y COHESIVIDAD DE LAS MUESTRAS EXPERIMENTALES MR 1.

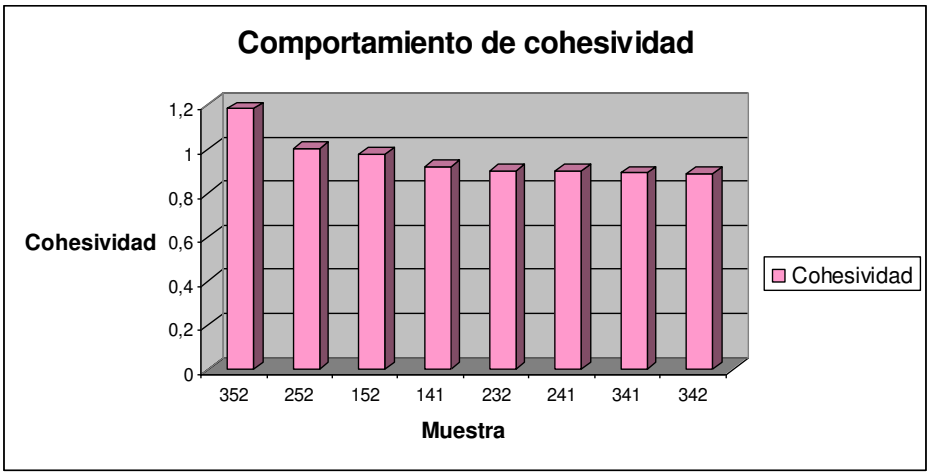
Comportamiento de dureza en las muestras experimentales:



Comportamiento de consistencia en las muestras experimentales:



Comportamiento de cohesividad en las muestras experimentales



Elaborado por: Erika Roca (2010)

ANEXO 40

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA MUESTRA 341.

Condiciones Ambientales:	Temperatura:	25°C - 28°C
	Humedad relativa:	45% - 65 %

7

RESULTADOS

ANALISIS QUIMICO

Fecha de Análisis	21/Ene/11	Pagina R 38-5.10:	8014
Condiciones Ambientales:		Temperatura: 25°C - 28°C	Humedad relativa 45%- 65 %

Parámetros	Unidad	Resultados	Requisitos**	Método de Referencia	Límite de Detección
Humedad	g %	19,22	Máx. 30	MMQ 13 (AOAC 17th 941.08)	--
Cenizas*[a]	g %	1,85	Máx. 2,0	(AOAC 17th 945.46)	--
Grasa[a]	g %	8,94	Min. 5,5	MMQ 25 (AOAC 17th 952.06)	--
Proteínas (N x 6,38)[a]	g %	7,52	--	(AOAC 17th 930.33)	--
Carbohidratos x Diferencia*[a]	%	62,47	--	Cálculo	--
Azucares totales por inversión*[a]	g %	49,43	Máx. 56	(AOAC 17th 923.09)	--

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

([a]) Este parámetro no se encuentra dentro del alcance de acreditación A2LA

Requisitos Químicos establecidos según Norma INEN 700 para Dulce de Leche tipo I.

CONCLUSIÓN

La muestra analizada CUMPLE con los Requisitos Químicos y Microbiológicos establecidos según Norma INEN 700 para Dulce de Leche tipo I.

OBSERVACIONES

Se podrán solicitar modificaciones de documentos hasta 6 meses después de su emisión.

Estos resultados corresponden exclusivamente a la muestra analizada.

La contra muestra se almacena en el laboratorio por 1 Mes.

Prohibida su reproducción total o parcial, sin previa autorización de LABORATORIOS AVVE S.A.

Los registros generados por el análisis de la(s) muestra(s) son mantenidas en los archivos del laboratorio por 5 años

Válido sólo el Informe original

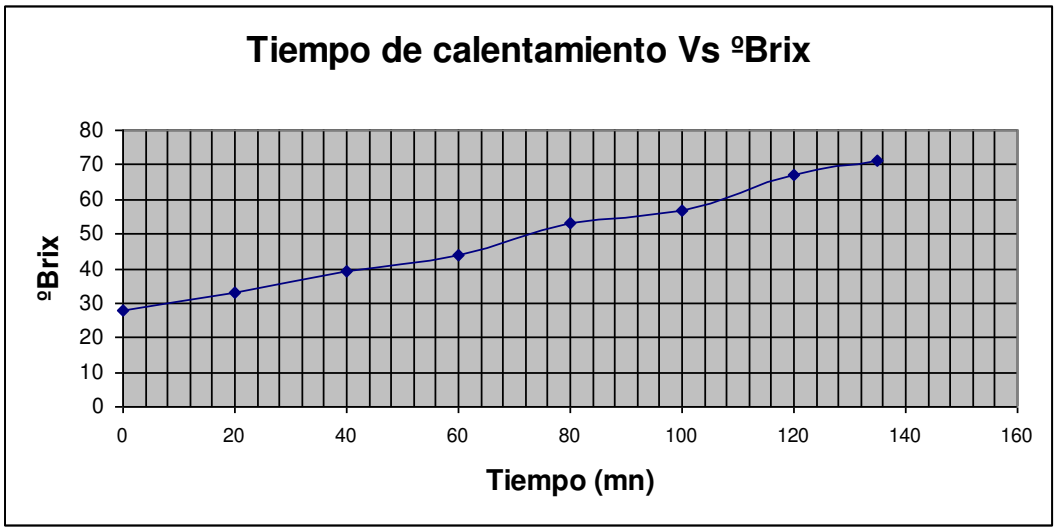
Dra. Margot Vélez de Avilés
Gerente General & Técnico

Q.F. Magdalena Aray Andrade, M. Sc.
Directora de Calidad

ANEXO 41

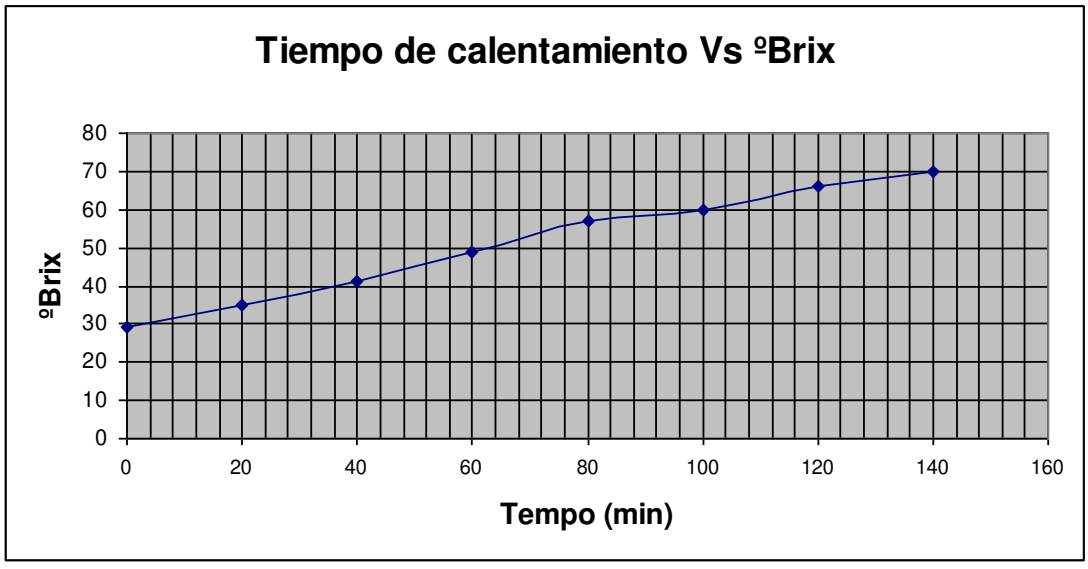
TABLAS ºBRIX, TIEMPO, TEMPERATURA, EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE MUESTRAS MR1 Y GRÁFICAS TIEMPO VS. GRADOS BRIX.

Prueba 5R				
Tiempo (min)	ºB	Delta ºB	Intervalo	Tº
0	28	5	1	84
20	33	6	2	91
40	39	5	3	91
60	44	9	4	91
80	53	4	5	90
100	57	10	6	88
120	67	4	7	90
135	71			88
Promedio ºT				89,125



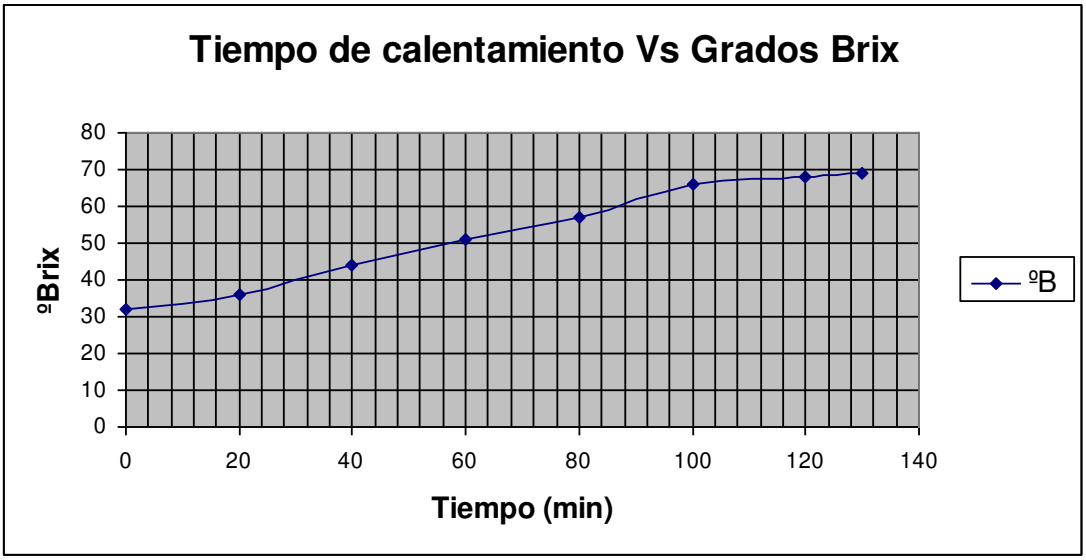
ANEXO 41

Prueba 8R				
Tiempo (min)	ºBrix	Delta ºB	Intervalo	Tº (ºC)
0	29	6	1	88
20	35	6	2	92
40	41	8	3	88
60	49	8	4	91
80	57	3	5	91
100	60	6	6	90
120	66	4	7	90
140	70			86
Promedio Tº				89,5



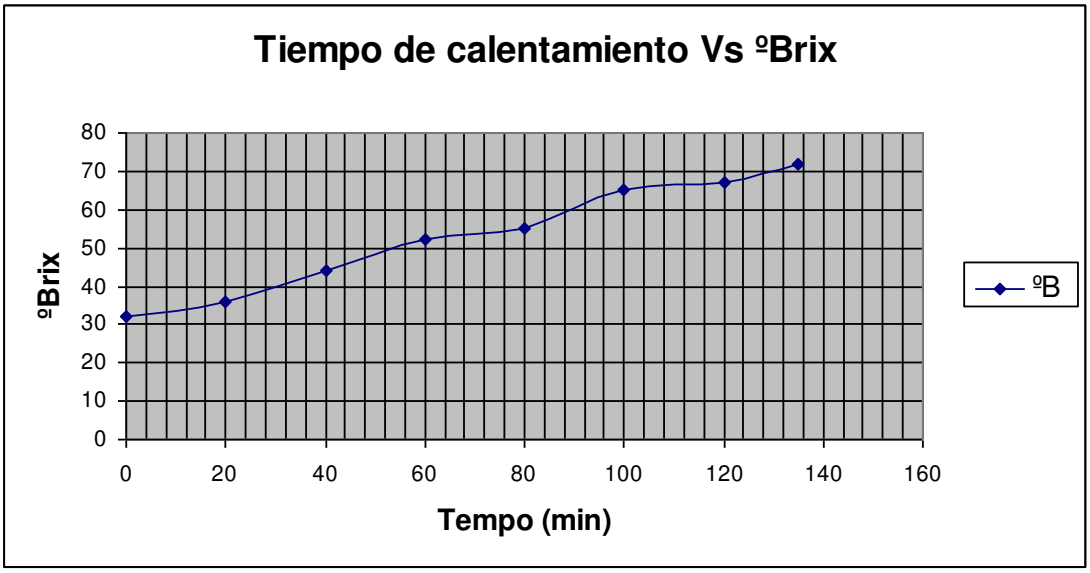
ANEXO 41

Prueba 10R				
Tiempo (min)	ºB	Delta ºB	Intervalo	Tº
0	32	4	1	85
20	36	8	2	90
40	44	7	3	90
60	51	6	4	91
80	57	9	5	88
100	66	2	6	90
120	68	1	7	88
130	69			88
Promedio ºT				88,75



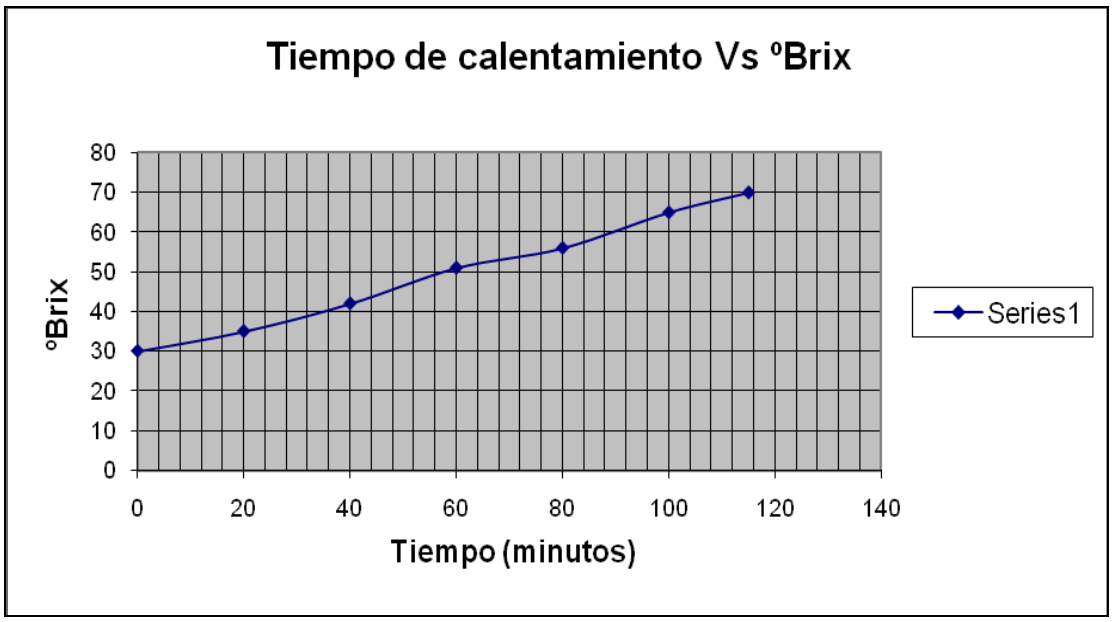
ANEXO 41

Prueba 11R				
Tiempo (min)	ºB	Delta ºB	Intervalo	Tº
0	32	4	1	84
20	36	8	2	90
40	44	8	3	90
60	52	3	4	90
80	55	10	5	91
100	65	2	6	90
120	67	5	7	86
135	72			
Promedio ºT				88,71



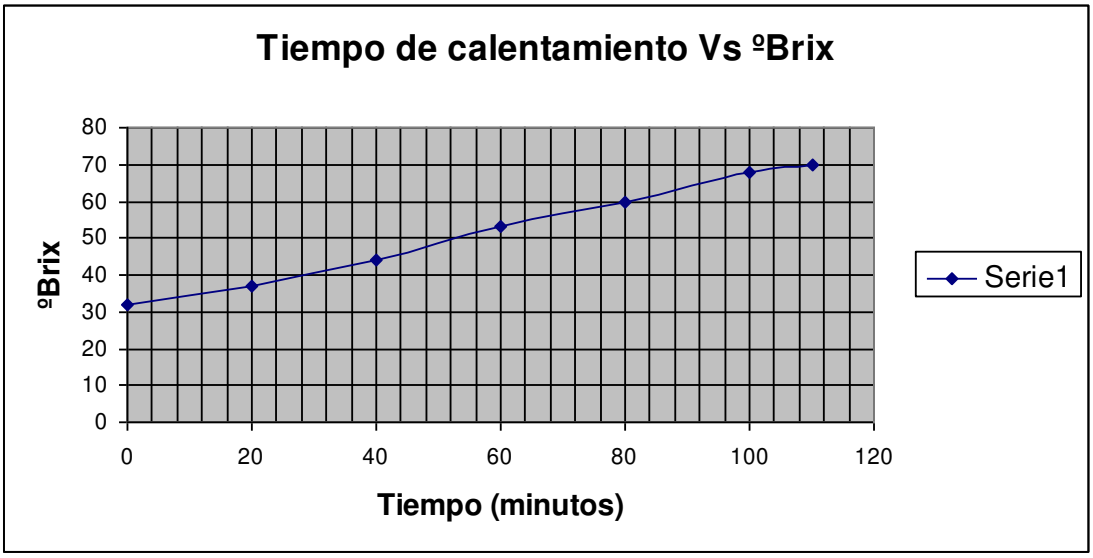
ANEXO 41

Prueba 14R				
Tiempo (min)	ºB	Delta ºB	Intervalo	Tº
0	30	5	1	82
20	35	7	2	92
40	42	9	3	91
60	51	5	4	92
80	56	9	5	92
100	65	5	6	91
115	70			84
Promedio ºT				89,14



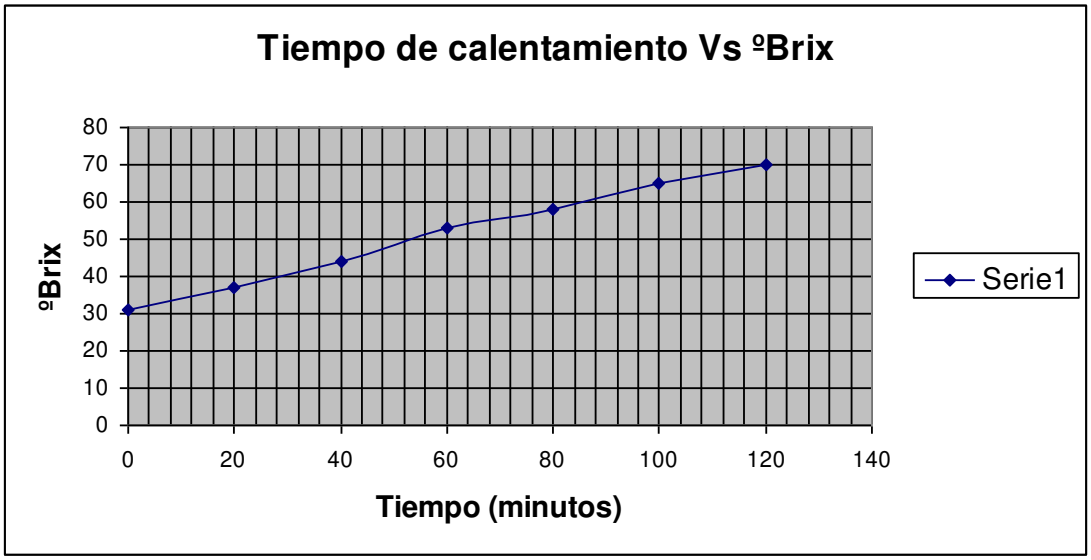
ANEXO 41

Prueba 17R				
Tiempo (min)	ºB	Delta ºB	Intervalo	Tº
0	32	5	1	84
20	37	7	2	91
40	44	9	3	90
60	53	7	4	90
80	60	8	5	90
100	68	2	6	88
110	70			88
Promedio ºT				88,71



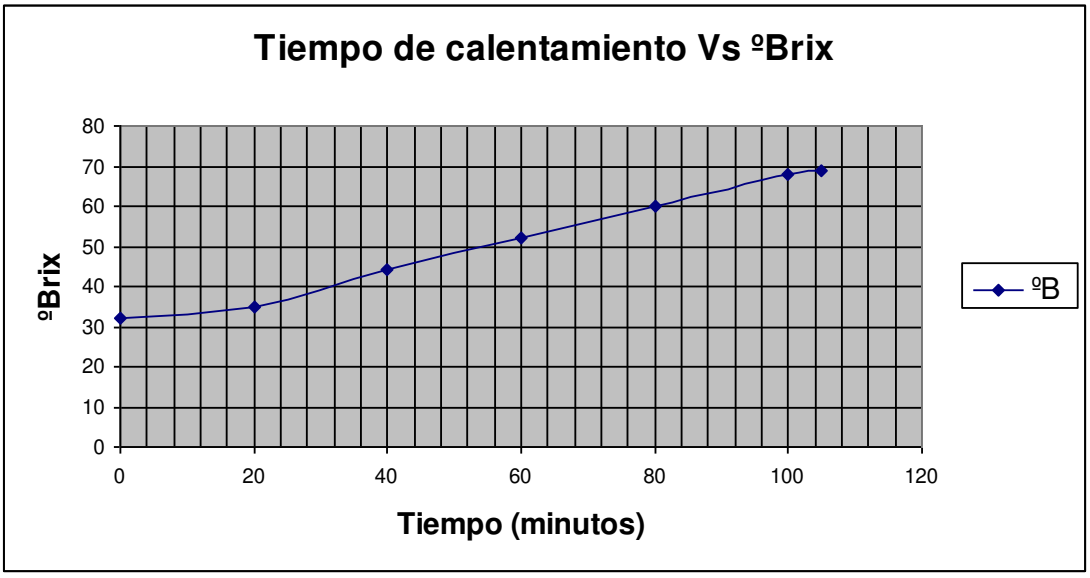
ANEXO 41

Prueba 18 R				
Tiempo (min)	ºB	Delta ºB	Intervalo	Tº
0	31	6	1	82
20	37	7	2	90
40	44	9	3	91
60	53	5	4	90
80	58	7	5	90
100	65	5	6	86
120	70			84
Promedio ºT				87,57



ANEXO 41

Prueba 20 R				
Tiempo (min)	ºB	Delta ºB	Intervalo	Tº
0	32	3	1	84
20	35	9	2	90
40	44	8	3	91
60	52	8	4	92
80	60	8	5	90
100	68	1	6	84
105	69			86
Promedio ºT				88,14

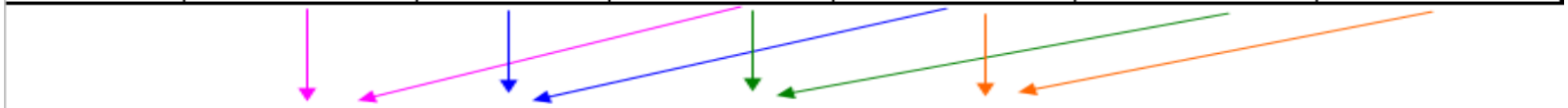


Elaborado por: Erika Roca (2010)

ANEXO 42

RELACIÓN DE GRADOS BRIX VS. TIEMPO DE ALMACENAMIENTO EN MUESTRAS MR1

Grados Brix vs. tiempo de almacenamiento						
Muestra	**°Brix**	**Elaboración**	**°Brix**	**Fecha análisis 1**	**°Brix**	**Fecha análisis 2**
5R	71	03/09/2010	73	14/09/2010	74	10/10/2010
8R	70	04/09/2010	72	14/09/2010	73	10/10/2010
10R	69	07/09/2010	70	14/09/2010	72	10/10/2010
11R	72	08/09/2010	73	14/09/2010	73	10/10/2010
14R	70	08/09/2010	70	14/09/2010	72	10/10/2010
17R	70	09/09/2010	71	14/09/2010	75	10/10/2010
18R	70	10/09/2010	70	14/09/2010	71	10/10/2010
20R	69	10/09/2010	71	14/09/2010	73	10/10/2010



Código	Variación 1 °Bx	Variación días	Variación 2 °Bx	Variación días	Variación tot. °Bx	Variación tot. Días
141	2	10	1	26	3	36
152	2	9	1	26	3	35
232	1	6	2	26	3	32
241	1	5	0	26	1	31
252	0	5	2	26	2	31
341	1	4	4	26	5	30
342	0	3	1	26	1	29
352	2	3	2	26	4	29

Elaborada por: Erika Roca (2010)

ANEXO 43

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN PARA EL ANÁLISIS DE COSTOS

Datos generales del estudio de la demanda	
En función de:	La demanda en Guayaquil
Fuente:	Estudio de la demanda anexo 13
Población aproximada de Guayaquil:	3050728
Adquieren 1 frasco de dulce:	Por familia
Asumiendo que cada familia es de:	5 miembros
Número de familias Guayaquileñas:	610146
Porcentaje de familias que si consumen:	76%
Cantidad de familias que si consumen:	463711

Frecuencia de consumo	Porcentaje	Cantidad
2 Frascos al mes	1,4%	12984
4 Frascos al mes	18,9%	350565
1 Frasco al mes	51,4%	238347
0,5 Frascos al mes	28,4%	65847
Total de frascos cada mes	100%	667743

Distribución en el mercado según estudio de la demanda		
Industrias	**Porcentaje**	**Cantidad**
Nestlé, Toni, Alpina, El Kiosco, y Dulac's	87,90%	586946
Las industrias artesanales	12,10%	80797
Mi producto captará	1% del mercado total	6677

Capacidad de producción diaria	
Cantidad de frascos al mes	6677
Días laborables	22
Cantidad de frascos al día	304
Peso neto de cada frasco (g)	250
Kilos de manjar producidos al día (Kg.)	76

Elaborado por: Erika Roca (2011)

ANEXO 44

REQUERIMIENTO DIARIO DE MATERIA PRIMA

Requerimiento de materias primas			
Insumos		**Kg.**	**Litros**
Kilogramos de manjar al día	76	Kg.	
Rendimiento del proceso	40%		
Peso inicial de la mezcla para producir el dulce	190	kg	
Porcentaje de azúcares totales en la mezcla	23,50%		
Peso de azúcares en la mezcla	44,65	kg	
Porcentaje de sacarosa del total de los azúcares	90%		
Peso de sacarosa en la mezcla de azúcares	40,19	Kg.	
Porcentaje de glucosa del total de azúcares	10%		
Peso de glucosa en la mezcla de azúcares	4,47	kg	
Porcentaje de leche en la mezcla	76,50%		
Peso de leche en la mezcla	145,35	kg	141,19
Porcentaje de leche fresca en la mezcla de leche	50%		
Peso de la leche fresca en la mezcla de leche	72,68	kg	70,70
Porcentaje de leche reconstituida en la mezcla de leche	50%		
Peso de la leche reconstituida en la mezcla de leche	72,68	Kg.	70,49
Porcentaje de leche en polvo en la leche reconstituida	15%		
Leche en polvo requerida	10,90	kg	
Porcentaje de agua requerida	85%		
Agua requerida	61,77	kg	61,77
Bicarbonato (0,05%) de kg totales de leche	0,05%		
Peso del bicarbonato	0,07	kg	
Lactasa	5,65	ml	0,01
Sorbato (0,03%) del volumen de leche utilizada	0,03%	kg	0,04
Frascos de vidrio	300		

Elaborada por: Erika Roca (2011)

ANEXO 45

CÁLCULO DEL COSTO DE MATERIA PRIMA POR UNIDAD

Costos de materia prima por día				
Insumos	Cantidad	Precio x unidad	Cantidad requerida al día	Costo diario
Leche fresca	1 lts	$ 0,50	70,70	$ 35,35
Leche en polvo	1 Kg.	$ 5,50	10,90	$ 59,96
Agua	1 lts	$ 0,006	61,77	$ 0,371
Sacarosa	1 Kg.	$ 1,60	40,19	$ 64,30
Glucosa	1 Kg.	$ 0,90	4,47	$ 4,02
Bicarbonato	1 Kg.	$ 1,50	0,07	$ 0,11
Lactasa	1 Kg.	$ 150	0,01	$ 0,85
Sorbato	1 Kg.	$ 5,00	0,04	$ 0,21
Costo de materia prima para producir 76 kg de dulce de leche				$ 165,16
Envases de vidrio	1 con tapa	$ 0,56	300	$ 166,74
Costo total				$ 331,90

Costo del envase de vidrio	
1 caja de 100 frascos	$ 55,58
Cada frasco con tapa cuesta	$ 0,56

Costo de materia prima por unidad		
Cantidad de frascos diarios		300
Peso neto de cada frasco		250 g
Costo por unidad sin envase		$ 0,55
Costo del envase de vidrio con tapa		$ 0,56
Costo por unidad		$ 1,11

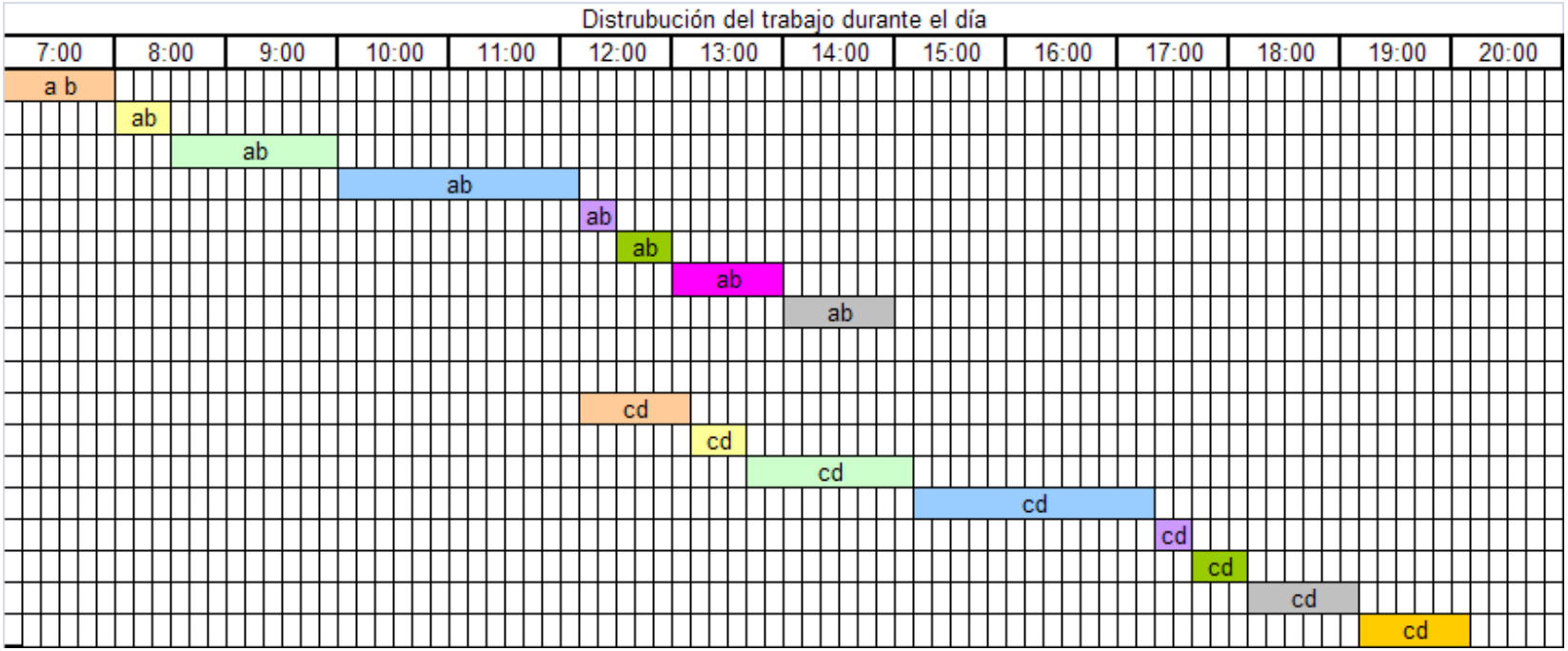
Elaborado por: Erika Roca (2011)

ANEXO 46
TIEMPOS DE DURACIÓN DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO Y EQUIPOS REQUERIDOS EN CADA UNA DE ELLAS

Tiempo total del proceso		**Equipos:**	
Filtración y calentamiento de agua (100ºC)	Recepción de leche y pruebas de laboratorio (4ºC)	Bloque 1	
30 minutos	20 minutos	Preparación de leches para la mezcla	Bomba para agua potable
Pesaje de leche en polvo y agua	Pesaje		Bomba para leche
5 minutos	2 minutos		Filtro para agua
Mezclado de leche en polvo con agua	Pasteurización (65ºC)		Filtro para leche
15 minutos	30 minutos		Tanque de recepción con enfriamiento 150 lts
Pesaje			Mezclador térmico de 40 litros
2 minutos			Marmita de 100 lts
Leche reconstituida lista en			Balanza industrial
52 minutos	52 minutos	52 minutos	
Mezcla y Homogenización 65ºC		Bloque 2	Marmita de 100 lts
15 minutos		Preparación de mezcla de leches	
Enfriamiento a 40 ºC			
5 minutos			
Análisis de una muestra en el lactoscan			
5 minutos			
Leche lista para hidrolizar en			
74 minutos		27 minutos	
Hidrólisis con lactosa	Prueba de acidez	Bloque 3	Marmita de 100 lts
90 minutos	10 minutos	Hidrólisis y cálculos	
	Cálculos de balance		
	15 minutos		
	Pesaje de glucosa, sacarosa y bicarbonato		
	10 minutos	90 minutos	
Neutralización		Bloque 4	Marmita de 100 lts
0 minutos		Concentración	
Mezcla y concentración			
120 minutos			
Enfriamiento a 55ºC			
10 minutos		130 minutos	
Vaciado de la marmita hacia la llenadora		Bloque 5	
5 minutos		Envasado	Máquina Llenadora
Envasado			
15 minutos		20 minutos	
Etiquetado y almacenaje		Bloque 6	
30 minutos		Etiquetado y Embalado	
Tiempo total del proceso			
350 minutos		30 minutos	
5 horas 50 minutos			

ANEXO 47

ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y PERSONAL REQUERIDO



Elaborado por: Erika Roca (2011)

ANEXO 47

Proceso		
Operación	**Horas x parada**	**Horas x día**
Bloque 1	1	2
Bloque 2	0,5	1
Bloque 3	1,5	3
Bloque 4	2,2	4,4
Bloque 5	0,3	0,6
Bloque 6	0,5	1
Total de horas	6	12
Operaciones complementarias del turno		
Esterilización de frascos vacíos		2
Limpieza de la planta		1
Inventario		1

Personal requerido		Turno 1		Turno 2	
Operaciones	Nª Personas	**Operario a**	**Operario b**	**Operario c**	**Operario d**
Bloque 1	4	X	X	X	X
Bloque 2	2	X	X	X	X
Bloque 3	2	X	X	X	X
Bloque 4	2	X	X	X	X
Bloque 5	3	X	X	X	X
Bloque 6	2	X	X	X	X
Esterilización de frascos vacíos	2	X	X	X	X
Inventario	2	X	X		
Limpieza de la planta	2			X	X

Elaborado por: Erika Roca (2011)

ANEXO 48

CÁLCULO DEL COSTO DE MANO DE OBRA POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN

Datos para obtener el costo de mano de obra directa					
Operación	**Horas x operación**	**Número de operarios**	**Turnos**	**Costo hora/ hombre**	**Costo total por operación**
Bloque 1	1	2	2	$ 2,71	$ 10,82
Bloque 2	0,5	2	2	$ 2,71	$ 5,42
Bloque 3	1,5	2	2	$ 2,71	$ 16,26
Bloque 4	2,2	2	2	$ 2,71	$ 23,85
Bloque 5	0,3	2	2	$ 2,71	$ 3,25
Bloque 6	0,5	2	2	$ 2,71	$ 5,42
Esterilización de frascos vacíos	1	2	2	$ 2,71	$ 10,84
Total del costo de mano de obra /día	7				$ 75,86

Salario mensual de los operarios y costo de hora/hombre:

Rubro	Al mes
Salario de un operario	$ 260,00
IESS (10%)	$ 26,00
Vacaciones (15 días)	$ 10,83
Décimo tercero	$ 21,67
Décimo cuarto	$ 21,67
Total	$ 340,17
Otros (40% del total)	$ 136,07
Costo al mes	$ 476,23

Costo hora/hombre	
Salario mensual	$ 476,23
Días laborables	22
Jornada laboral (h)	8
Costo hora/hombre	$ 2,71

Costo de mano de obra por unidad de producción:

Costo mano de obra directa por unidad	
Costo mano de obra por día	$ 75,86
Unidades producidas al día	300
Costo mano de obra directa por unidad	$ 0,25

Elaborado por: Erika Roca (2011)

ANEXO 49

CÁLCULO DEL COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN

Energía eléctrica requerida por equipos							
Equipo	Potencia	Potencia consumida en Kw	Minutos que trabaja X proceso	Minutos que trabaja al día	Costo por hora de trabajo	Costo por minuto	Costo total
Bomba para agua	0,5 HP	0,375	3	6	$ 0,03	$ 0,0005	$ 0,00
Bomba para leche	0,5 HP	0,375	3	6	$ 0,03	$ 0,0005	$ 0,00
Filtro de agua de carbón		0,2	3	6	$ 0,02	$ 0,0003	$ 0,00
Mezclador térmico con quemador	2 HP	1,5	15	30	$ 0,12	$ 0,0020	$ 0,06
Máquina llenadora lineal	300 W	0,3	20	40	$ 0,02	$ 0,0004	$ 0,02
Balanza industrial		0,2	20	40	$ 0,02	$ 0,0003	$ 0,01
Refrigerador	0,5 HP	0,375	1440	1440	$ 0,03	$ 0,0005	$ 0,72
Motor del quemador del caldero	0,75 HP	0,5625	600	1200	$ 0,05	$ 0,0008	$ 0,90
Bomba del caldero	1 HP	0,75	600	1200	$ 0,06	$ 0,0010	$ 1,20
Banco de hielo	10 HP	7,5	320	640	$ 0,60	$ 0,0100	$ 6,40
Costo total energía eléctrica diaria (equipos)							$ 9,31

Costo del Kw/h	
1kw/h	$ 0,080

Consumo de energía en oficinas, laboratorio y otras áreas	
Consumo mensual (kw)	300
Consumo diario (kw)	13,64
Consumo por kw/h	0,57
Jornada laboral (h)	16
Consumo por jornada	9,09
Costo diario	0,73

Costo energía eléctrica por unidad	
Unidades producidas al día	300
Costo diario de energía eléctrica	$ 10,04
Costo por unidad	$ 0,03

Elaborado por: Erika Roca (2010)

ANEXO 50

CONSUMO DE DIESEL POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN

Energía requerida por la marmita			
		Caldero	
Equipo	**Potencia**	Horas que el caldero está prendido	7
Marmita	17 kw	Consumo de diesel cada hora (lts)	10
Medio de calentamiento	Vapor 60 psig	Consumo total de diesel al día	70
Producción de vapor	Caldera	Precio del galón de diesel	$ 1,30
Potencia de la caldera	10 Hp	Precio del litro de diesel	$ 0,34
En kw	7,5	Costo de diesel al día	$ 24,01
Consume diesel	11,47 lts/h	Costo de diesel por unidad	$ 0,08
Consume agua	156,63 lts/h		

Elaborado por: Erika Roca (2011).

ANEXO 51

CONSUMO DE AGUA POTABLE POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN

Agua requerida para el proceso		
Consumo de los equipos		consumo total lts/día
Caldero de vapor	156 lts/h	1092
Banco de hielo	600 lts/día	600
Consumo en limpieza de equipos y planta	500 lts/día	600
Consumo en lavado y esterilización de frascos	200 lts/día	300
Total de consumo de agua		2592
Consumo de agua en metros cúbicos		2,592
Precio del metro cúbico de agua		$ 0,60
Costo de consumo de agua /día		$ 1,56

Costo de consumo de agua x unidad producida	
Costo de producción diaria	$ 1,56
Unidades producidas al día	300
Costo por unidad	$ 0,01

Elaborado por: Erika Roca (2011).

ANEXO 52

CONSUMO DE OTROS SERVICIOS POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN

Otros servicios	Al mes	Al día
Insumos de laboratorio	$ 100	$ 5
Gas	$ 2,50	$ 0,11
Insumos de limpieza	$ 150	$ 7
Transporte de leche (0,02 ctvs/lts)	$ 30	$ 1
Material de oficina	$ 50	$ 2
Teléfono	$ 20	$ 1
Guardianía	$ 200	$ 9
Total de otros servicios	$ 553	$ 25
Costo por unidad (300 frascos al día)		$ 0,084

Elaborado por: Erika Roca (2011)

Costo total de materiales y suministros por unidad de producción:

Costo total de suministros x unidad	
Insumo	**Costo**
Energía eléctrica	$ 0,03
Diesel	$ 0,08
Agua	$ 0,01
Otros servicios	$ 0,084
Total	$ 0,20

Elaborado por: Erika Roca (2011)

ANEXO 53

COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN

Supervisor de producción	1
Salario al mes	$ 500
IESS (10%)	$ 50
Vacaciones (15 días)	$ 20,83
Décimo tercero	$ 41,67
Décimo cuarto	$ 41,67
Total	$ 654
Otros (40% del salario al mes)	$ 261,67
Costo al mes	$ 915,83

Costo diario de MO indirecta	
Costo mensual	$ 915,83
Días laborables	22
Jornada laboral (h)	8
Costo por hora	$ 5,20
# de Supervisores	1
Costo diario MO indirecta	$ 41,63
Unidades producidas	300
Costo por unidad	$ 0,14

Elaborado por: Erika Roca (2011)

ANEXO 54

DEPRECIACIÓN DE LOS EQUIPOS Y ACTIVOS FIJOS POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN

Equipos necesarios		
Equipo	**Capacidad**	**Costo**
Bomba para agua	27 lts/min	$ 833,00
Bomba para leche	27 lts/min	$ 833,00
Filtro de agua de carbón	27 lts/min	$ 1.590,00
Filtro de acero inoxidable para leche		$ 100,00
Mezclador térmico con quemador	40 lts	$ 1.000,00
Tanque de enfriamiento (4ºC)	150 lts	$ 1.200,00
Marmita a vapor con sistema de enfriamiento	100 lts	$ 8.000,00
Máquina llenadora lineal	500 frascos/hora	$ 3.000,00
Balanza industrial	100 Kg	$ 2.000,00
Refrigerador	1300 lts	$ 3.000,00
Caldero de Vapor	10 HP	$ 15.000,00
Ablandador de agua		$ 1.000,00
Banco de hielo	5 HP	$ 4.800,00
Total de inversión en equipos		$ 42.356,00

Otros activos fijos			
Equipo	Cantidad	Costo	Total
Mesas de trabajo de acero inoxidable	2	$ 500	$ 1.000
Ollas de acero inoxidable 100 lts	3	$ 300	$ 900
Utensilios varios		$ 200	$ 200
Equipos de laboratorio			
Lactoscan	1	$ 3.000	$ 3.000
Refractómetro	2	$ 150	$ 300
Termómetro	2	$ 50	$ 100
Material de vidrio		$ 200	$ 200
Balanza (1500g)	1	$ 200	$ 200
Computadores	2	$ 800	$ 1.600
Total			$ 7.500

ANEXO 54

Cálculo de la depreciación por día						
Equipo	Tiempo que se utiliza en cada proceso (min)	Tiempo al día, 2 turnos (min)	Costo del equipo	Depreciación diaria (a 10 años)	Depreciación por minuto	Depreciación por 76 kg /día
Bomba para agua	3	6	$ 833,00	$ 0,32	$ 0,0003	0,00
Bomba para leche	3	6	$ 833,00	$ 0,32	$ 0,0003	0,00
Filtro de agua de carbón	3	6	$ 1.590,00	$ 0,60	$ 0,0006	0,00
Filtro de acero inoxidable para leche	3	6	$ 100,00	$ 0,04	$ 0,0000	0,00
Mezclador térmico con quemador	15	30	$ 1.000,00	$ 0,38	$ 0,0004	0,01
Tanque de enfriamiento (4°C)	300	300	$ 1.200,00	$ 0,45	$ 0,0005	0,14
Marmita a vapor con sistema de enfriamiento	275	550	$ 8.000,00	$ 3,03	$ 0,0032	1,74
Máquina llenadora lineal	20	40	$ 3.000,00	$ 1,14	$ 0,0012	0,05
Balanza industrial	20	40	$ 2.000,00	$ 0,76	$ 0,0008	0,03
Refrigerador	1440	1440	$ 3.000,00	$ 1,14	$ 0,0012	1,70
Caldero de Vapor	150	420	$ 15.000,00	$ 5,68	$ 0,0059	2,49
Ablandador de agua	150	420	$ 1.000,00	$ 0,38	$ 0,0004	0,17
Banco de hielo	320	640	$ 4.800,00	$ 1,82	$ 0,0019	1,21
Otros activos fijos	480	960	$ 7.500,00	$ 2,84	$ 0,0030	2,84
Depreciación total						10,39

Datos para sacar depreciación	
Depreciación de equipos	10 años
Días laborables del mes	22
Turnos al día	2
Horas por turno	8
Horas trabajadas en el día	16
Minutos trabajados al día	960
Producción diaria	76 kg de dulce
Unidades	300 frascos

Depreciación de equipos por unidad	
Por cada 76 kg de dulce	10,39
Por cada unidad	$ 0,03

Elaborado por: Erika Roca (2011)

ANEXO 55

CÁLCULO DEL COSTO DE MANTENIMIENTO POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN

Mantenimiento y repuestos	
Al año	$ 1.500
Al mes	$ 125
Al día	$ 4
Unidades producidas al día	300
Costo de mantenimiento por unidad producida	$ 0,0139

Elaborado por: Erika Roca (2011)

BIBLIOGRAFÍA

[1] Sansón. R.” Un buen año para la producción de leche “. Diario El Hoy, http://www.hoy.com.ec, Enero 2009.

[2] Robert. L. “La calidad de la leche. Aspectos relacionados con la calidad en la producción de quesos”. Instituto Nacional de Tecnología Industrial, http://www.inti.gov.ar/lacteos, Enero 2009.

[3] San Martín. N. “Residuos de antibióticos y sulfas en leche”. Revista TecnoVet, http://www.tecnovet.uchile.com, Enero 2009.

[4] “Productores de leche hacen balance”. Diario El Hoy. http://www.hoy.com.ec, Diciembre 2010.

[5] Varas. A. “Prohibida la importación de leche por sobreproducción”. Ecuador Times, http://www.ecuadortimes.net, Octubre 2010.

[6] “Ecuador exportará leche para Venezuela”. Diario el Universo, http://www.eluniverso.com, Noviembre 2010.

[7] Código de Principios Referentes a la Leche y los Productos Lácteos, Depósito de Documentos de la FAO, http://www.fao.org/docrep/meeting/005/W2198S/W2198S11.htm, Septiembre 2008.

[8] Revilla. A. *Tecnología de la leche.* Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, tercera edición, Honduras, 2000.

[9] Varnam. A, Sutherland. J. *Leche y Productos Lácteos.* Editorial Acribia, Edición en español, Zaragoza, España, 1995.

[10] Concha C. “Mastitis bovina: nuevos aspectos de diagnóstico, tratamiento y control”, Universidad de Chile, http://www.agronomia.uchile.cl/extension/circular_extensio_panimal/CIRCULAR%20DE%20EXTENSION/N_33/capitulo_4.pdf , Octubre 2009.

[11] Hans Andresen. S. “Control de la calidad de la leche”, UNM San Marcos, http://www.handresen.perulactea.com/2008/08/05/capitulo-3-control-de-la-calidad-de-la-leche, Mayo 2008.

[12] Böhm. H.D, Heeschen. W, Teufel. P. “Enfermedades que pueden transmitirse al hombre a través de la leche”, Universidad del Litoral, Facultad de Ciencias Veterinarias, http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/tecnologialeche/informacion/apunte1.pdf, Noviembre 2009.

[13] Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2008 Cuarta revisión. LECHE CRUDA. REQUISITOS

[14] Murad. S, “La Leche”, Zona Diet, http://www.zonadiet.com/bebidas/leche.htm, Noviembre 2009.

[15] Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 298 Primera revisión. LECHE EN POLVO. REQUISITOS.

[16] Referencias personales durante la visita a la fábrica “El Ordeño”, Laboratorio de Control de Calidad, Machachi, Ecuador, diciembre 2010.

[17] “Proceso de Pasteurización- 1ra. parte”, Portal Lechero, http://www.portalechero.com/ver_items_descrip.asp?wVarItem=649, Octubre 2006.

[18] Llorens. R, “Leche en Polvo”, Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, http://www.ms.gba.gov.ar/CalidadAlimentaria/Lacteos/LLorens.pps#281,26,LECHE en POLVO, Diciembre 2009.

[19] “Películas para envasado automático”, Copak S.A Chile, ttp://www.copack.cl/Popup/3peliculas%20o%20complejos%20laminados.htm, Diciembre 2009.

[20] “Elaboración de Dulce de Leche”, Industrial Mecánica Equipos Para la Industria Alimenticia, http://www.industrialmecanica.com.ar/DULCE%20DE%20LECHE.pdf, Diciembre 2009.

[21] “Elaboración de manjar blanco, documento de consulta” SENATI (Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial), Perú, http://www.senati.edu.pe, Diciembre 2009.

[22] “Elaboración de Dulce de Leche. Cuadernillo para unidades de producción”, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Ediciones del INTI, Argentina, Abril 2008.

[23] "Protocolo de Calidad Para Dulce de Leche Rev. 6", Dirección Nacional de Alimentos, Andyson S.A., Instituto Nacional de Tecnología Industrial – INTI Lácteos, Buenos Aires, Argentina, 2006.

[24] "Informe sobre la utilización de jarabe de glucosa en Centroamérica", Secretaría de Integración Económica Centroamericana, Guatemala 2002.

[25] "Bicarbonato de sodio", Sitio web Aditivos alimentarios, http://www.aditivosalimentarios.com/index.php/codigo/500ii/carbonato-Acido-de-sodio, Diciembre 2009.

[26] Zunino. A, "Dulce de Leche, Aspectos básicos para su adecuada elaboración", Publicación técnica del Departamento de Fiscalización de Industrias Lacteas, Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción Buenos Aires, Argentina, Diciembre 2009.

[27] "Lactasa de la levadura de Novact", Albaba.com, http://spanish.alibaba.com/product-tp/novact-yeast-lactase-104320032.html, Diciembre 2009.

[28] Cubero N, Montferrer A, Villalta J, *Aditivos alimentarios*. Colección Tecnología de Alimentos. Grupo Mundi Prensa, Madrid, España, 2002.

[29] Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 700 DULCE DE LECHE REQUISITOS.

[30] Reglamento Técnico MERCOSUR de Identidad y Calidad de Dulce de Leche, Ministerio de Salud Pública, Montevideo, 2009.

[31] NORMA Oficial Mexicana NOM- 185-SSA1-2002, Productos y Servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche, Especificaciones Sanitarias.

[32] "Arequipe", Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, http://virtual.udca.edu.co/es/grupo/g100/web/arequipe.htm, Diciembre 2009.

[33] "La industria láctea en el Ecuador", Revista Industria Alimenticia Para los Procesadores de Alimentos Latinoamericanos, http://www.industriaalimenticia.com/Archives_Davinci?article=1268 Diciembre 2010.

[34] "Portal Guayaquil, año 2010", Enciclopedia on-line Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Portal:Guayaquil/Destacado/A%C3%B1o_2010/Semana_2, 2010.

[35] Pita. S, “Determinación del tamaño muestral”, Portal Fisterra, Metodología de la Investigación, http://www.fisterra.com/mbe/investiga/9muestras/9muestras2.asp, Diciembre 2010.

[36] Mina. O, “El dulce de leche características del proceso”, Lácteos Manfrey Coop, Córdoba, Argentina, Diciembre 2009.

[37] Zunino. A, “Alternativa en la fabricación de dulce de leche con el aprovechamiento tecnológico/ racional del suero de queso”, publicación técnica del Departamento de Fiscalización de Industrias Lácteas de Buenos-Aires, Argentina, Diciembre 2009.

[38] “Leche en polvo”, http://www.gimolimpo.com/Paginas/LECHE%20EN%20POLVO.htm, Marzo 2010.

[39] Cornejo. V, Fernández. E, Castro. G, Vargas. S, Henríquez. C, Estudio Sobre Dilución De Tres Tipos Leche En Polvo En Familias Pertenecientes A Niveles Socioeconómico: Abc1, C2 Y C3 De Santiago, Revista Scielo de Chile, http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071775182007000400009&script=sci_arttext, 2007.

[40] Norma del CODEX PARA LAS LECHES EN POLVO Y LA NATA (CREMA) EN POLVO. CODEX STAN 207-1999.

[41] Galiana. P, “Dulce de Leche”, Galiana Gelats- artesans, http://www.gelatsgaliana.com/dulcedeleche.htm, Mayo 2010.

[42] “Diseño de Experimentos”, Fundación Iberoamericana Para la Gestión de la Calidad, http://www.fundibeq.org/opencms/opencms/PWF/home/index/index.html, Mayo 2010.

[43] Cáceres. P, “Folleto para la cátedra de Procesamiento de Lácteos”, ESPOL, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Ingeniería en Alimentos, Guayaquil, Ecuador, Mayo 2009.

[44] “Leche en polvo” , Comunidades de divulgación científico técnica “Elergonomista.com”. http://www.elergonomista.com/alimentos/lecheenpolvo.htm, 2009.

[45] Sancho. J, Bota. E, De Castro. J, *Introducción al Análisis Sensorial de los Alimentos*, Grupo Editor Alfaomega, México D.F., México, 2002.

[46] Anzaldua- Morales. A, *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica,* Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1994.

[47] "Propiedades Físicas y Reología de los Alimentos", Base de datos Universidad de Almería, Facultad de Ingeniería Química, Materia de Tecnología en Alimentos, *www.ual.es/~jfernand/.../Tema4-PropiedadesFisicasyReologia.pdf, Septiembre 2010*.

[48] "Tixotropía", Enciclopedia on-line Wikipedia, Categoría Mecánica de fluidos", http://es.wikipedia.org/wiki/Tixotr%C3%B3pico, Septiembre 2010.

[49] Alvarado. J , "Resumen del libro Principios de Ingeniería Aplicados a los Alimentos", Universidad Técnica de Ambato, Sitio Web Since Technology and Innovation, www.science.oas.org/Simbio/prin_ali/**principios**.pdf, Septiembre 2010.

[50] Brookfield CT-3 Texture Analyzer Manual No. M/08-371A0708.

[51] "Control de calidad" Servicios Académicos Virtuales de la Universidad Nacional de Colombia, Procesamiento y Conservación de Frutas, http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obpulpfru/p7.htm, Octubre 2010.

[52] "El Refractómetro", Universidad de la Frontera, Temuco- Chile, Boletín 2, *dungun.ufro.cl/~explora/index_archivos/**refractometro**.pdf, Julio 2007.*

[53] Bertomeu. J, García. A, "Refractómetro", Guía didáctica on- line, Sección Instrumentos Científicos, Universidad de Valencia- España, http://www.uv.es/~bertomeu/material/museo/instru/refra/refrac2.htm*, Octubre 2010.*

[54] Manual de operación del analizador de leche ultrasónico "Lactoscan".

[55] "Ensayos no destructivos" Termoequipos C.A, www.thermoequipos.com.ve/pdf/articulo_06.pdf, Enero 2011.

[56] "Ensayos no destructivos", Enciclopedia on-line Wikipedia, Categoría "Ensayo de materiales" http://es.wikipedia.org/wiki/Ensayo_no_destructivo, Enero 2011.

[57] “Ultrasonido” Enciclopedia on-line Wikipedia, Categoría “Ultrasonido” http://es.wikipedia.org/wiki/Ultrasonido, Enero 2011.

[58] Macías G., *Proyectos de inversión,* **Serie Nuestros valores**, Guayaquil, Ecuador, 2007.

Bibliografías de los anexos:

[9] Varnam. A, Sutherland. J. *Leche y Productos Lácteos.* Editorial Acribia, Edición en español, Zaragoza, España, 1995.

[20] “Elaboración de Dulce de Leche”, Industrial Mecánica Equipos Para la Industria Alimenticia, http://www.industrialmecanica.com.ar/DULCE%20DE%20LECHE.pdf, Diciembre 2009.

[22] “Elaboración de Dulce de Leche. Cuadernillo para unidades de producción”, Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Ediciones del INTI, Argentina, Abril 2008.

[23] “Protocolo de Calidad Para Dulce de Leche Rev. 6”, Dirección Nacional de Alimentos, Andyson S.A., Instituto Nacional de Tecnología Industrial – INTI Lácteos, Buenos Aires, Argentina, 2006.

[26] Zunino. A, “Dulce de Leche, Aspectos básicos para su adecuada elaboración”, Publicación técnica del Departamento de Fiscalización de Industrias Lacteas, Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción Buenos Aires, Argentina, Diciembre 2009.

[29] Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 700 DULCE DE LECHE REQUISITOS.

[30] Reglamento Técnico MERCOSUR de Identidad y Calidad de Dulce de Leche, Ministerio de Salud Pública, Montevideo, 2009.

[31] NORMA Oficial Mexicana NOM- 185-SSA1-2002, Productos y Servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche, Especificaciones Sanitarias.

[36] Mina. O, “El dulce de leche características del proceso”, Lácteos Manfrey Coop, Córdoba, Argentina, Diciembre 2009.

[40] Norma del CODEX PARA LAS LECHES EN POLVO Y LA NATA (CREMA) EN POLVO. CODEX STAN 207-1999.

[54] Manual de operación del analizador de leche ultrasónico “Lactoscan”.

[59] Judkins.H, Keener. H, *La leche su producción y procesos industriales.* Editorial Continental. S.A, Novena impresión, Mexico D.F, México, 1981.

[60] Braselli. A. “Introducción al curso de tuberculosis”, Infecto sitio de información en enfermedades infecciosas, http://www.infecto.edu.uy/revisiontemas/tema24/introcursotbc.html , Octubre 2009.

[61] Chavarrias M. “La complejidad microbiológica de la leche cruda”, Revista Eroski Consumer, http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/12/03/181883.php, Diciembre 2008.

[62] **Rivers. R , Andrews. E , González-Smith. A, Donoso. G ,Oñate. A. “Brucela abortus: inmunidad, vacunas y estrategias de prevención basadas en ácidos nucléicos”, Revista Scielo de Chile,** http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2006000100002&script=sci_arttext**, 2006.**

[63] D’Anatro. N. “Aislamiento y tipificación de Brucella abortus”, Jornada de Actualización sobre Brucelosis Bovina, http://www.mgap.gub.uy/DGSG/Capacitaci%C3%B3n/JornadasBrucelosis/AislamientoDrAnatro.pdf, 2003.

[64] “Aeromonas”, Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental, http://www.bvsde.paho.org/CDGDWQ/docs_microbiologicos/Bacterias%20PDF/Aeromonas.pdf, Octubre 2009.

[65] “Infecciones por campylobacter”, Kids Health, http://kidshealth.org/parent/en_espanol/infecciones/campylobacter_esp.html, Octubre 2009.

[66] “Campylobacter”, Biblioteca virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental, http://www.bvsde.paho.org/CDGDWQ/docs_microbiologicos/Bacterias%20PDF/Campylobacter.pdf , Octubre 2009.

[67] Gonzalez.F, Juan. B. “ Riesgos asociados al consumo de leche”, Revista Eroski Consumer, http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y tecnologia/2001/11/07/528.php , Marzo 2010.

[68] Schöbitz. R, Marin. M, Horzella.M, Carrasco. E, “Presencia de Listeria monocytogenes en leche cruda y quesos frescos artesanales”, Revistas electrónicas Universidad Austral de Chile, http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-88022001000200004&lng=es&nrm=iso, Octubre 2001.

[69] Magariños. H, “Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa”, Portal Science, Techonology and Innovation, http://www.science.oas.org/oea_gtz/LIBROS/LA_LECHE/le_html/cap4_leche.htm , Noviembre 2009.

[70] Böhm. H.D, Heeschen. W, Teufel. P. “Enfermedades que pueden transmitirse al hombre a través de la leche”, Universidad del Litoral, Facultad de Ciencias Veterinarias, http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/tecnologialeche/informacion/apunte1.pdf, Noviembre 2009.

[71] Norma Técnica “Vigilancia de Laboratorio”, Instituto de Salud Pública de Chile Departamento Laboratorios de Salud, http://www.ispch.cl/lab_sal/vig_lab/doc/norma_tecnica_02032006.pdf, Noviembre 2009.