

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**“DESARROLLO DE UN YOGUR BEBIBLE DE FRUTILLA
CON ALTO CONTENIDO DE CALCIO Y AÑADIDO CON
COENZIMA Q₁₀ PARA EL CONSUMO FEMENINO”**

MARÍA FERNANDA CEVALLOS CARRILLO

ANDRÉS FRANCISCO COBO MANZANO

TESIS DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

QUITO, 11 DE MARZO DEL 2011

Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición

HOJA DE APROBACION DE TESIS

**Título de la tesis: DESARROLLO DE UN YOGUR BEBIBLE DE FRUTILLA CON
ALTO CONTENIDO DE CALCIO Y AÑADIDO CON COENZIMA Q₁₀ PARA EL
CONSUMO FEMENINO**

María Fernanda Cevallos Carrillo
Andrés Francisco Cobo Manzano

Lucía de los Ángeles Ramírez, Ph.D.
Director de la Tesis

.....

Javier Garrido, M.Sc
Miembro del Comité de Tesis

.....

Yamila Álvarez, M.Sc
Miembro del Comité de Tesis

.....

Francisco Carvajal, M.Sc
Miembro del Comité de Tesis

.....

Mike Koziol, Ph.D
Decano del Colegio de Agricultura, Alimentos y Nutrición

.....

Quito, 11 de Marzo del 2011

©Derechos de autor

María Fernanda Cevallos Carrillo

Andrés Francisco Cobo Manzano

2011

DEDICATORIA

DEDICADO A DIOS Y AL MAYOR APOYO DE MI VIDA

“MIS PADRES”

RESUMEN

El objetivo central de esta tesis fue desarrollar un yogur bebible de frutilla con alto contenido de calcio y añadido con coenzima Q₁₀.

La estrategia de investigación fue una herramienta estadística (Diseño Experimental) utilizada para el desarrollo de la formulación, este análisis se dividía en dos partes. En la primera parte se evaluaba la consistencia del producto la cual era la característica más importante ya que es un yogur bebible por lo que las variables a evaluarse fueron consistencia vs concentración del estabilizante, dichas variables fueron evaluadas mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA). La segunda parte del diseño experimental analizaba la concentración del estabilizante pre-establecido en el primer diseño experimental vs la concentración de la coenzima Q₁₀ el objetivo de este estudio era analizar si la concentración de la coenzima Q₁₀ influía en la estabilidad del producto o en la consistencia del mismo.

Una vez determinada la formulación del producto se procedió a evaluarla con el consumidor, por esta razón se realizó un análisis sensorial utilizando una escala hedónica por medio de la cual las consumidoras establecían si les gustaba o disgustaba el producto cabe recalcar que el producto fue evaluado simultáneamente con un yogur que compartía las mismas características organolépticas y que tenía 10 años de comercialización en el mercado ecuatoriano, estos datos obtenidos fueron analizados mediante análisis estadístico.

Adicionalmente se evaluó el producto mediante un análisis físico-químicos y microbiológicos y se estableció la vida útil del mismo, estos estudios fueron realizados para garantizar la inocuidad del producto en desarrollo y que cumpliera con las especificaciones expuestas en la

Normas INEN y por al Codex Alimentarius.

En el presente trabajo se encuentra establecido todo el procedimiento para la elaboración del producto, adicionalmente se exponen los costos aproximados de producción, los procedimientos y estándares a seguir para lograr un producción óptima e inocua.

ABSTRACT

The main objective of this thesis was to develop a strawberry drinkable yogurt with high calcium content and Q₁₀ coenzyme.

The investigation strategy was a statistical tool (Experimental Design) used for the development of the formulation, this analysis was divided in two parts. In the first part the product consistency was evaluated, this is the most important characteristic due it is a drinkable yogur. The variables to evaluate by the Random Complete Design (DCA in Spanish) were consistency versus concentration of the stabilizer.

The second part of the experimental design analyzed the concentration of the pre-established stabilizer in the first experimental design versus the concentration of the Q₁₀ coenzyme.

The objective of this study was to analyze if the concentration of the Q₁₀ coenzyme influenced in the stability of the product or the consistency.

Once determined the product formulation, the consumer evaluation was done using a sensorial analysis by hedonic scale, the consumers tell if they like or not the product comparing this simultaneously with a yogurt that has the same organoleptic characteristics and ten years of commercialization in the ecuadorian market, these information was realized by statistical analysis.

Additionally the product was evaluated by a physic-chemical and microbiological analysis, also the product's caducity, these studies were done to guarantee the innocuous of the developing product, fulfilled the specifications ruled by Norms INEN and by the Codex Alimentarius.

Here are established all the steps for the product elaboration, approximated cost's production, procedures and standards to get an optimal and innocuous production.

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|--|-------------|
| I) INTRODUCCIÓN | 1 |
| II) DEFINICIÓN DEL PRODUCTO | 2 |
| III) OBJETIVOS | 3 |
| 3.1 OBJETIVO GENERAL | 3 |
| 3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO | 3 |
| IV) JUSTIFICACIÓN | 4 |
| V) GRUPO OBJETIVO | 6 |
| VI) FORMULACIÓN | 7 |
| 6.1 SELECCIÓN DE PROVEEDORES DE MATERIAS PRIMAS | 7 |
| 6.1.1 LECHE | 7 |
| 6.1.2 ASPARTAME | 8 |
| 6.1.3 COENZIMA Q₁₀ | 9 |
| 6.1.4 ESTABILIZANTE DE YOGUR | 9 |
| 6.1.5 COLORANTE ROJO CARMÍN | 9 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 6.1.6 SABORIZANTE A FRUTILLA..... | 9 |
| 6.1.7 MERMELADA DE FRUTILLA..... | 10 |
| 6.2 FORMULACIÓN INICIAL..... | 10 |
| 6.2.1 ESTUDIO PRELIMINAR..... | 11 |
| 6.3 ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS..... | 12 |
| 6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 13 |
| 6.4.1 PRIMER DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 13 |
| 6.4.1.1 OBJETIVO..... | 13 |
| 6.4.1.2 HIPÓTESIS..... | 13 |
| 6.4.1.3 ANÁLISIS DE PROTOTIPOS..... | 13 |

TABLA DE CONTENIDO (continuación)

| | Pág. |
|---|-------------|
| 6.4.1.3.1 CONSISTENCIA..... | 13 |
| 6.4.2 SEGUNDO DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 15 |
| 6.4.2.1 ELABORACIÓN DE PROTOTIPOS..... | 15 |
| 6.4.2.2 OBJETIVO..... | 16 |
| 6.4.2.3 HIPÓTESIS..... | 16 |
| 6.4.2.4 ANÁLISIS DE PROTOTIPOS..... | 16 |
| 6.4.2.4.1 CONSISTENCIA..... | 16 |
| 6.5 CONCLUSIONES DEL DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 18 |
| 6.6 REFORMULACIÓN DEL PRODUCTO..... | 18 |
| VII) ESTUDIO SENSORIAL..... | 19 |
| 7.1 INTRODUCCIÓN..... | 19 |
| 7.2 OBJETIVO SENSORIAL..... | 20 |
| 7.3 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN..... | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 7.4 APLICACIÓN DE LA PRUEBA..... | 21 |
| 7.4.1 PRESELECCIÓN..... | 21 |
| 7.4.2 ESTUDIO SENSORIAL..... | 22 |
| 7.5 MATERIALES Y MÉTODOS..... | 22 |
| 7.6 RESULTADOS..... | 23 |
| 7.6.1 RESULTADOS DE LA PRESELECCIÓN..... | 23 |
| 7.6.1.1 RESULTADOS DE INFORMACIÓN SOCIOECONÓMICA..... | 23 |
| 7.6.1.2 RESULTADOS DE LA FRECUENCIA DE CONSUMO..... | 24 |
| 7.6.2 RESULTADOS DEL CUESTIONARIO SENSORIAL..... | 24 |
| 7.6.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 26 |
| VIII PRODUCCIÓN SEMI-INDUSTRIAL..... | 27 |

TABLA DE CONTENIDO (continuación)

| | Pág. |
|----------------------------------|-------------|
| 8.1 FORMULACIÓN..... | 27 |
| 8.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN..... | 27 |
| 8.2.1 RECEPCIÓN DE LA LECHE..... | 27 |
| 8.2.2 CALENTAMIENTO..... | 27 |
| 8.2.3 ESTANDARIZACIÓN..... | 27 |
| 8.2.4 PASTEURIZACIÓN..... | 28 |
| 8.2.5 ENFRIAMIENTO..... | 28 |
| 8.2.6 INOCULACIÓN..... | 28 |
| 8.2.7 INCUBACIÓN..... | 28 |
| 8.2.8 BATIDO..... | 28 |
| 8.2.9 ENVASADO..... | 29 |
| 8.2.10 ALMACENAMIENTO..... | 29 |

| | |
|---|----|
| 8.3 BALANCE DE MATERIALES..... | 29 |
| 8.4 ESTUDIO ECONÓMICO..... | 31 |
| 8.5 ESTUDIO DE ESTABILIDAD..... | 32 |
| 8.5.1 OBJETIVO..... | 32 |
| 8.5.2 INTRODUCCIÓN..... | 32 |
| 8.5.3 METODOLOGIA..... | 32 |
| 8.5.3.1 PREPARACIÓN DE MUESTRAS..... | 32 |
| 8.5.3.2 MEDICIONES PERIÓDICAS..... | 33 |
| 8.5.3.3 RECUENTO MICROBIOLÓGICO..... | 33 |
| 8.5.3.4 MODELO PARA DEGRADACIÓN CINÉTICA..... | 33 |
| 8.5.4 RESUMEN DE LA FICHA DE ESTABILIDAD..... | 34 |
| 8.6 COMPATIBILIDAD PRODUCTO-ENVASE..... | 36 |

TABLA DE CONTENIDO (continuación)

| | Pág. |
|--|-------------|
| 8.7 SEGURIDAD ALIMENTARIA..... | 37 |
| 8.7.1 ASPARTAME..... | 37 |
| 8.7.2 COENZIMA Q ₁₀ | 40 |
| 8.7.3 COLORANTE ROJO CARMIN..... | 43 |
| 8.7.4 SORBATO DE POTASIO..... | 45 |
| 8.7.5 SABORIZANTE DE SABOR A FRUTILLA..... | 46 |
| 8.7.6 ESTABILIZANTE PROVIMEL FM 602..... | 47 |
| 8.7.7 FOSFATO TRICÁLCICO..... | 49 |
| IX) PLAN HACCP..... | 51 |
| 9.1 ANÁLISIS DE PELIGROS..... | 51 |
| 9.1.1 LISTA DE PELIGROS..... | 51 |

| | |
|--|----|
| 9.1.1.1 RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA..... | 51 |
| 9.1.1.2 PRUEBAS DE PLATAFORMA..... | 51 |
| 9.1.1.3 FILTRACIÓN DE LA LECHE..... | 51 |
| 9.1.1.4 PESADO DE MATERIA PRIMA..... | 52 |
| 9.1.1.5 CALENTAMIENTO..... | 52 |
| 9.1.1.6 ESTANDARIZACIÓN..... | 52 |
| 9.1.1.7 ADICIÓN DEL ESTABILIZANTE..... | 53 |
| 9.1.1.8 PASTEURIZACIÓN..... | 53 |
| 9.1.1.9 ENRIAMIENTO..... | 53 |
| 9.1.1.10 ADICIÓN DEL CONSERVANTE..... | 54 |
| 9.1.1.11 ADICIÓN DEL FOSFATO TRICÁLCICO..... | 54 |
| 9.1.1.12 INOCULACIÓN..... | 54 |
| 9.1.1.13 INCUBACIÓN..... | 54 |

TABLA DE CONTENIDO (continuación)

| | Pág. |
|---|-------------|
| 9.1.1.14 PRUEBA DE CONTROL DE ACIDEZ..... | 55 |
| 9.1.1.15 BATIDO..... | 55 |
| 9.1.1.16 ENVASADO Y ETIQUETADO..... | 56 |
| 9.1.1.17 DETECTOR DE METALES..... | 56 |
| 9.1.1.18 ALMACENAMIENTO EN REFRIGERACIÓN..... | 56 |
| 9.2 EVALUACIÓN DE PELIGROS..... | 56 |
| 9.3 DETERMINACIÓN DE PCC'S..... | 57 |
| 9.3.1 ÁRBOL DE DECISIONES..... | 57 |
| 9.3.2 DETERMINACIÓN DE LÍMITES CRÍTICOS..... | 58 |
| 9.3.3 PROCEDIMIENTO DE MONITOREO..... | 58 |

| | |
|--|-----------|
| 9.4 ESTABLECIMIENTO DE ACCIONES CORRECTIVAS..... | 59 |
| 9.4.1 PCC ₁ | 59 |
| 9.4.2 PCC ₂ | 59 |
| 9.5 VERIFICACIÓN..... | 59 |
| X) DOCUMENTACIÓN..... | 60 |
| 10.1 ESPECIFICACIONES DE MATERIAS PRIMAS..... | 60 |
| 10.1.1 LECHE CRUDA..... | 60 |
| 10.1.2 LECHE ENTERA PASTEURIZADA..... | 60 |
| 10.1.3 MERMELADA DE FRUTILLA..... | 61 |
| 10.1.4 ASPARTAME..... | 61 |
| 10.1.5 COENZIMA Q ₁₀ | 62 |
| 10.1.6 COLORANTE..... | 62 |
| 10.1.7 ESTABILIZANTE..... | 62 |
| 10.1.8 SABORIZANTE..... | 62 |

TABLA DE CONTENIDO (continuación)

| | Pág. |
|--|-------------|
| 10.1.9 CULTIVO..... | 63 |
| 10.2 ESPECIFICACIONES DEL YOGUR EN DESARROLLO..... | 63 |
| 10.3 ESPECIFICACIONES DEL ENVASE..... | 66 |
| 10.4 PLANES DE MUESTREO..... | 66 |
| 10.5 PROCEDIMIENTOS NORMALIZADOS DE TRABAJO (PNT)..... | 68 |
| 10.5.1 RECEPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA..... | 68 |
| 10.5.1.1 PRUEBA DEL ALCOHOL..... | 68 |
| 10.5.1.2 ACIDEZ..... | 69 |
| 10.5.1.3 DENSIDAD..... | 69 |

| | |
|---|----|
| 10.5.1.4 REDUCTASA..... | 69 |
| 10.5.1.5 PRUEBA DE ANTIBIÓTICOS..... | 70 |
| 10.5.1.6 GRASA..... | 70 |
| 10.5.1.7 SÓLIDOS TOTALES..... | 70 |
| 10.5.2 PASTEURIZACIÓN DE LA LECHE..... | 71 |
| 10.5.2.1 ENSAYO DE LA FOSFATASA..... | 71 |
| 10.5.2.2 GRASA..... | 71 |
| 10.6 PRODUCTO FINAL..... | 71 |
| 10.6.1 ACIDEZ..... | 72 |
| 10.6.2 PROTEÍNA..... | 72 |
| 10.6.3 GRASA..... | 72 |
| 10.6.4 COLIFORMES TOTALES..... | 72 |
| 10.6.5 COLIFORMES FECALES..... | 73 |
| 10.6.6 RECUENTO DE MOHOS Y LEVADURAS..... | 73 |
| 10.6.7 <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> | 73 |

TABLA DE CONTENIDO (continuación)

| | Pág. |
|--|-------------|
| XI) MANIPULACIÓN DE ALIMENTOS..... | 74 |
| 11.1 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA..... | 74 |
| 11.1.1 SALUD E HIGIENE DEL PERSONAL..... | 74 |
| 11.1.2 CONDICIONES DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN..... | 74 |
| 11.1.3 NORMA DE HIGIENE DE LOS EMPLEADOS..... | 75 |
| 11.2 HIGIENE DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN..... | 76 |
| 11.2.1 DISEÑO Y EMPLEO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN..... | 76 |
| 11.2.2 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN..... | 77 |

| | |
|--|-----------|
| 11.3 CONTROL DE PLAGAS Y ROEDORES..... | 78 |
| XII) ANÁLISIS FÍSICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL YOGUR..... | 79 |
| XIII) ETIQUETA NUTRICIONAL..... | 80 |
| XIV) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 81 |
| XV) BIBLIOGRAFÍA..... | 82 |
| XVI) ANEXOS..... | 90 |
| 1 NORMAS TÉCNICAS DE LA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO FINAL..... | 91 |
| 1.1 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA LECHE..... | 91 |
| 1.2 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA MERMELADA..... | 92 |
| 1.3 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA L. PASTEURIZADA..... | 93 |
| 1.4. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA L. FERMENTADAS..... | 94 |
| 1.5 NORMA DEL CODEX PARA EL YOGUR AROMATIZADO..... | 95 |
| 2 FICHAS TÉCNICAS DE LA MATERIA PRIMA..... | 96 |
| 2.1 FICHA TÉCNICA ASPARTAME..... | 97 |
| 2.2 FICHA TÉCNICA COENZIMA Q ₁₀ | 98 |
| 2.3 FICHA TÉCNICA ESTABILIZANTE PROVIMEL FM 602..... | 99 |
| TABLA DE CONTENIDO (continuación) | |

| | Pág. |
|---|-------------|
| 2.4 FICHA TÉCNICA FOSFATO TRICÁLCICO..... | 100 |
| 2.5 FICHA TÉCNICA COLORANTE ROJO CARMÍN..... | 101 |
| 2.6 FICHA TÉCNICA SORBATO DE POTASIO..... | 102 |
| 2.7 FICHA TÉCNICA SABORIZANTE A FRUTILLA..... | 103 |
| 2.8 FICHA TÉCNICA ENVASE DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD..... | 104 |
| 3 DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 105 |
| 3.1 FORMULACIONES EVALUADAS EN EL ESTUDIO PRELIMINAR..... | 106 |

| | |
|--|------------|
| 3.2 DIAGRAMA DE FLUJO..... | 108 |
| 3.3 RESULTADOS DE MEDICIÓN DE SEPARACIÓN DE FASES..... | 109 |
| 3.4 FORMULACIÓN DE PROTOTIPOS DE ESTABILIZANTES..... | 110 |
| 3.5 PRUEBAS DE PLATAFORMAS DE LA LECHE..... | 113 |
| 3.6 RESULTADOS DE CONSISTENCIA DE ESTABILIZANTE..... | 114 |
| 3.7 PROTOTIPOS DE (ESTABILIZANTES Y COENZIMA Q₁₀)..... | 115 |
| 3.8 RESULTADOS DE CONSISTENCIA (ESTAB.COENZIMA Q₁₀)..... | 118 |
| 4 ESTUDIO SENSORIAL..... | 119 |
| 4.1 PRESELECCIÓN ESTUDIO SENSORIAL..... | 120 |
| 4.2 CUESTIONARIO SENSORIAL..... | 121 |
| 4.3 RESULTADOS PRESELECCIÓN SENSORIAL..... | 122 |
| 4.4 RESULTADOS ENCUESTA SENSORIAL..... | 127 |
| 5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS FÍSICO-QUÍMICOS..... | 128 |
| 6 PLAN HACCP..... | 132 |
| 7 ETIQUETA NUTRICIONAL..... | 138 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| TABLA 1 DISTRIBUCIÓN DE LECHE FRESCA..... | 7 |
| TABLA 2 FORMULACIÓN BASE DE YOGUR TIPO I..... | 11 |
| TABLA 3 SEPARACIÓN DE FASES EN LAS FORMULACIONES..... | 11 |
| TABLA 4 FORMULACIÓN INICIAL..... | 12 |
| TABLA 5 DIFERENCIACIONES Y NOMENCLATURA DE PROTOTIPOS..... | 12 |
| TABLA 6 ANOVA DE CONSISTENCIA DE LOS TRATAMIENTOS..... | 14 |

| | |
|--|----|
| TABLA 7 CONSISTENCIA DE LOS TRATAMIENTOS..... | 14 |
| TABLA 8 DIFERENCIACIONES Y NOMENCLATURA DE PROTOTIPOS..... | 15 |
| TABLA 9 ANOVA DE CONSISTENCIA DE TRATAMIENTOS..... | 17 |
| TABLA 10 CONSISTENCIA DE TRATAMIENTOS..... | 17 |
| TABLA 11 FORMULACIÓN FINAL DEL PRODUCTO..... | 18 |
| TABLA 12 POBLACIÓN DE MUJERES ECUATORIANAS..... | 20 |
| TABLA 13 ESCALA HEDÓNICA CON SUS VALORES RESPECTIVOS..... | 25 |
| TABLA 14 PRUEBA DE T STUDENT..... | 26 |
| TABLA 15 FORMULACIÓN FINAL..... | 27 |
| TABLA 16 COSTOS DE MATERIAS PRIMAS..... | 31 |
| TABLA 17 FICHA DE ESTABILIDAD DEL YOGUR..... | 35 |
| TABLA 17.1 PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL YOGUR..... | 35 |
| TABLA 17.2 PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS INLACSA..... | 36 |
| TABLA 18 MATRIZ DE RIESGO..... | 56 |
| TABLA 19 ÁRBOL DE DECISIONES EN CADA ETAPA DEL PROCESO..... | 57 |
| TABLA 20 DECRIPCIÓN DE LÍMITES CRÍTICOS..... | 58 |
| TABLA 21 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE MONITOREO..... | 58 |
| TABLA 22 ESPECIFICACIONES DEL ASPARTAME..... | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS (continuación)

| | Pág. |
|---|-------------|
| TABLA 23 ESPECIFICACIONES DE LA COENZIMA Q ₁₀ | 62 |
| TABLA 24 ESPECIFICACIONES FÍSICAS-QUÍMICAS DEL YOGUR..... | 64 |
| TABLA 25 ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS DEL YOGUR..... | 65 |
| TABLA 26 ESPECIFICACIONES DE CONTAMINANTES EN EL YOGUR..... | 65 |
| TABLA 27 ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO DEL YOGUR..... | 65 |

| | |
|---|----|
| TABLA 28 ANÁLISIS QUÍMICO DEL YOGUR..... | 65 |
| TABLA 29 MUESTREO PARA UNIDADES PEQUEÑAS..... | 66 |
| TABLA 30 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL YOGUR..... | 79 |
| GRÁFICO 1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL CUESTIONARIO SENSORIAL..... | 25 |
| GRÁFICO 2 BALANCE DE MATERIALES..... | 30 |

D) INTRODUCCIÓN

La reconocida aceptación de los productos lácteos les posiciona como instrumentos efectivos al apoyo de la salud y bienestar del consumidor. Siempre han sido reconocidos por su poder nutritivo y actualmente son considerados como productos funcionales por sus proteínas. Esto se origina por investigaciones que demuestran que la lactoferrina participa en el transporte de hierro, como proteína de defensa no específica.¹ Durante los últimos años, el mercado de productos lácteos ha conseguido un éxito sorprendente. La innovación y desarrollo han sido el motor del cambio, apoyado en el yogur en todas sus presentaciones para generar toda una nueva gama de productos.² Las innovaciones actuales incluyen una nueva presentación del yogur, el bebible, el cual combina la elaboración del yogur normal con fórmulas nutritivas, jugos o mermeladas de fruta. El yogur bebible apareció hace más de diez años en EE.UU y ha sido el producto estrella en el mercado.³ De acuerdo con los analistas de ACNielsen, su crecimiento fue de 36 % en 2003, alcanzando ventas de 133 millones de USD. Se estima que continuará creciendo a tasas anuales de 20 a 30 % en el futuro próximo.³

En Ecuador el yogur bebible es un producto comercialmente nuevo ya que la primera y única marca en comercializarlo lo realizó hace cuatro años⁴, siendo este producto una bebida láctea sin ningún valor nutricional adicional, a diferencia del producto propuesto en este proyecto que goza de bondades nutricionales como un elevado contenido de calcio y la complementación con coenzima Q₁₀, elementos necesarios para ayudar a la salud de los consumidores. En los últimos años, los cambios registrados en el perfil de los consumidores y en sus hábitos alimenticios, especialmente en la mujer, que según estudios realizados se preocupa más por su salud, la buena figura y las novedades en productos de belleza⁵, han impulsado la elaboración de productos focalizados para el consumo femenino. Lo que ha motivado la creación de productos lácteos innovadores destinados a satisfacer las necesidades específicas de consumidoras que han desarrollado el concepto del cuidado individual de la salud y que están dispuestas a exigir información y especificaciones, valorizando los alimentos que tienen efectos benéficos sobre su organismo y su belleza física.

II) DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

El producto es un yogur bebible elaborado con el procedimiento normal del yogur y mermelada de frutilla. Se optó por el sabor a frutilla debido a que es uno de los sabores más vendidos en el Ecuador.⁶

En 1994 el Instituto de Nutrición y Medicina de Estados Unidos (Institute of Medicine's Food Nutrition Board. EEUU), definió como alimentos funcionales a cualquier alimento o ingrediente presente en estos, que puede producir beneficios para la salud del ser humano, más allá de sus propios componentes tradicionales.⁷ El yogur en desarrollo (yogur bebible de frutilla con alto contenido de calcio y añadido con coenzima Q₁₀) genera beneficios funcionales adicionales a los ya reconocidos por el yogur.

Su consistencia es líquida y poco viscosa. Este producto de preferencia se debe consumir frío, para sentir mejor sus características organolépticas.

La presentación del producto será de 200 mL, dado que analizando la competencia de productos similares, se estableció que el rango de tamaño oscila entre 200 y 207 mL, siendo el de 200 mL el más utilizado en el mercado nacional. El material del envase que se utilizó es plástico tipo HDPE (Polietileno de Alta Densidad), aprobado por la FDA. La razón por el uso de este envase es debido a que pasa por un proceso de coextrucción, el cual permite unir polímeros incompatibles⁸ aumentando la protección a la luz y a los rayos UV, además de aumentar la barrera hacia el oxígeno, proveyendo las características necesarias para ser un envase de un producto lácteo.⁹

III) OBJETIVOS

3.1) Objetivo General

- Desarrollar un yogur bebible de frutilla, con alto contenido de calcio y añadido con coenzima Q₁₀, que cumpla con las normas y parámetros establecidos por el INEN y la FDA.

3.2) Objetivo Específico

- Determinar la cantidad de fosfato tricálcico necesario para obtener un producto con alto contenido de calcio.
- Establecer el tipo y la cantidad de estabilizante que brinde la consistencia deseada para yogur en desarrollo.
- Determinar si existe una diferencia en la consistencia del yogur en desarrollo en relación a la concentración de 0.01% y 0.03% de coenzima Q₁₀.
- Determinar la cantidad óptima de coenzima Q₁₀.

IV) JUSTIFICACIÓN

Dado al elevado crecimiento de la tendencia mundial en el consumo de productos dietéticos funcionales y conjugado con el acelerado aumento de la demanda de productos lácteos como el yogur, el cual se ha posicionado “en el puesto 21 dentro de los 51 productos alimenticios más importantes que consume las familias ecuatorianas”¹⁰, se plantea la creación de un “yogur bebible de frutilla”, el cual tendrá los beneficios nutricionales de un yogur, con alto contenido de calcio¹¹ y añadido con coenzima Q₁₀.

Durante la última década, la incorporación de la mujer al mercado de trabajo ha venido en aumento en nuestro país. “En 1990, las mujeres incluidas en la fuerza de trabajo eran 1’495.850 y habían subido a 1’ 957.880 al año 2000, mostrando cada año un dinamismo mayor que los hombres. Esto significa que en 10 años cerca de medio millón de mujeres encontraron o buscaron empleo.”¹² Esto ha contribuido para que a medida que pasen los años el ritmo de vida de la mujer ecuatoriana sea más acelerado, exponiendo así su salud a grandes deficiencias de nutrientes y minerales originando de esta manera una serie de enfermedades en su organismo y afecciones en la piel como la proliferación de manchas y arrugas. Varias investigaciones realizadas han demostrado que aproximadamente el 50% de las mujeres ecuatorianas entre 12 y 45 años de edad padecen de anemia¹³ y 500 mil mujeres ecuatorianas están en riesgo de desarrollar osteoporosis en los próximos cinco años.¹⁴

Este producto tiene como una de sus finalidades contribuir a la ingesta de calcio diaria de la mujer ecuatoriana que oscila en 1000 mg para una dieta de 2000 kcal.¹⁵ Por lo que ayudaría a prevenir la osteoporosis que se ha convertido en la segunda enfermedad que afecta a las ecuatorianas ya que el 36 % de las mujeres mayores de 45 años la padecen.¹⁶ El hombre puede desarrollar osteoporosis pero en la mujer es más común debido a que uno de cada ocho hombres la sufren, mientras que en la mujer una de cada tres mujeres poseen esta enfermedad.¹⁷ Esto se debe a la etapa de climaterio en la que se produce el cese de la menstruación que origina la falta de hormonas femeninas o estrógenos que acelera la pérdida del hueso.¹⁴

Adicionalmente va a mejorar el bienestar de la piel debido al contenido de coenzima Q₁₀, que es un antioxidante constituyente de las membranas fosfolípídicas naturales de las células y sus organelas que transportan los electrones en la membrana interna de la mitocondria lo que ayuda a combatir el estrés oxidativo que producen los radicales libres, previniendo así el envejecimiento prematuro de la piel.¹⁸

Con este proyecto se espera satisfacer un nicho de mercado en la industria láctea que no ha sido explotado hasta el momento, otorgándole simultáneamente a la leche un valor agregado.

V) GRUPO OBJETIVO

El proyecto está enfocado al mercado nacional, para satisfacer la demanda de una nueva generación de mujeres ejecutivas y estudiantes, que tienen que trabajar y su ritmo de vida se ha ido incrementado con el pasar de los años, ya que según datos de el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en el 2001, el 33 % de los hogares ecuatorianos dependía en algún modo de la responsabilidad de las mujeres¹² y el 67 % dependía de los hombres.¹²

Las edades del grupo meta están comprendidas entre los 18 hasta los 73 años que es la edad promedio de vida de los adultos ecuatorianos¹⁹ de una posición económica de clase media y media alta. Este dato se sustenta en un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) en el que se detalla que cuanto más altos son los ingresos del hogar, mayor es el consumo del yogur.²⁰ Es por esta razón que entre las familias ecuatorianas de mayor ingreso económico, el yogur ha conseguido situarse entre los doce productos más consumidos, destinando el 1.9% de su presupuesto de alimentación hacia la compra de yogur, es decir un 90% más de lo que destinan los hogares de bajos recursos.²⁰

En base a la información anterior se concluye que el grupo meta estará comprendido por mujeres socio económicamente activas, de clase media y media alta que estén comprendidas entre las edades de 18-73 años.

VI) FORMULACIÓN

6.1) Selección de proveedores de Materias Primas

6.1.1) Leche

La principal materia prima del producto es la leche. En el Ecuador la disponibilidad de leche cruda para el consumo humano e industrial representa cerca del 76 % de la producción bruta, del cual el 6% se destina a elaborados lácteos. Se presenta la distribución de la leche fresca en el Ecuador en la Tabla #1

Tabla #1.- Distribución de leche fresca en el mercado ecuatoriano

| Mercado | % |
|------------------------------------|----------|
| Leche pasteurizada | 19 |
| Elaborados Lácteos | 6 |
| Consumo humano directo | 49 |
| Industrias caseras de queso fresco | 25 |
| Comercio en frontera con Colombia | 1 |
| Total | 100 |

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca del Ecuador, 2000 ²¹

En la actualidad no existe información sobre el procesamiento de litros de leche en el Ecuador, pero de acuerdo al último levantamiento de información sobre plantas de producción de productos derivados de leche, correspondiente a 1998, se registraron de entre los más importantes, 25 establecimientos con una capacidad instalada total de procesamiento de 504 millones de litros anuales.²⁰ En lo que confiere a la producción de de

leche UHT (leche ultra pasteurizada) no existe datos actualizados, pero según un estudio realizado en el año 2002 el 60% de la leche fluida que se comercializa en el Ecuador es en bolsa UHT.²²

Para la elaboración de este producto se escogió como proveedor a la Industria Láctea “San Luís” INLACSA, que se encuentra en la Provincia de Pichincha, cantón Cayambe. Esta empresa tuvo sus orígenes en 1974 a medida que se incrementaban las ventas, se vieron en la necesidad de construir una pequeña fábrica en el año 1982, que contaba con la infraestructura y la maquinaria apropiada para satisfacer la demanda de ese momento. Esto permitió no solo aumentar la producción de queso, sino también pasteurizarlo. Los cuajos (para obtener la coagulación de la leche) eran importados y además se empezó a utilizar el cloruro de calcio para mejorar la disposición a la coagulación y devolver el calcio que la leche perdía al calentarse. Posteriormente, se empezó la comercialización de los quesos con la marca “San Luís”, experimentando una aceptación por su calidad, motivando aún más la producción y la variedad de sus productos.

En la actualidad, el objetivo de Productos Lácteos “San Luís” es la elaboración de productos de calidad, no sólo orientada a la producción de quesos frescos, sino también a otras variedades como el queso mozzarella, queso pizza, queso maduro, mantequilla, crema de leche y yogur. La producción del queso fresco y el yogur cubren el 60% de la producción.

Productos Lácteos “San Luís” ha ampliado su mercado a Guayaquil, Santo Domingo, Ibarra, el Oriente, Mindo y Quito. Sin embargo, lo importante para esta empresa no sólo consiste en aumentar la cuota del mercado; sino también analizar los retos, oportunidades y amenazas del mercado. Por ello, sus productos están garantizados por normas sanitarias que protegen la salud de las familias ecuatorianas. Productos Lácteos “San Luís” tiene su respectivo Registro Sanitario y Normas de Calidad, encargándose de la producción, elaboración, comercialización, distribución y venta de derivados lácteos que son comercializados de acuerdo a las normas ecuatorianas.

En el desarrollo de este proyecto se trabajó conjuntamente con la empresa INLACSA en el apoyo logístico y tecnológico para la elaboración del producto, además esta empresa fue el proveedor de leche y mermelada. Es necesario recalcar que es una empresa con más de 34 años en el mercado nacional y cumple con las normas INEN, lo que garantiza la entrega de una leche segura y apta para la elaboración del yogur. Las especificaciones de la leche se encuentran detalladas en el Anexo #1.

6.1.2) Aspartame

En la actualidad en el Ecuador existen varios proveedores de aspartame entre los que se destacan en la ciudad de Quito: Novafood, Casa de los Químicos y Quifatex.

Se escogió la casa comercial Quifatex por dos motivos principales, el primero fue la garantía ofrecida en cuanto a la calidad y disponibilidad del producto y el segundo a una mejor cotización en el precio.

En la actualidad cuenta con una distribución y logística eficientes, además de ser la casa comercial con mayores importaciones e inventario de aspartame en el Ecuador.²³

La ficha técnica del aspartame se encuentra detallada en el Anexo #2.

6.1.3) Coenzima Q₁₀

La coenzima Q₁₀, también conocida como Ubiquinona, es un producto relativamente nuevo en el mercado ecuatoriano ya que sólo dos empresas actualmente la distribuyen, estas son: Quifatex y Dirico Food Solutions, siendo esta última la que mantiene un stock constante de este producto a diferencia de Quifatex que solo la distribuye bajo pedido. Por esta razón la empresa Dirico Food Solutions suministró la coenzima Q₁₀ para este proyecto.

La ficha técnica de la coenzima Q₁₀ se encuentra detallada en el Anexo #2.

6.1.4) Estabilizante de Yogur

El estabilizante utilizado se llama Provimel FM 602, fabricado por la empresa suiza Provisco. Es una mezcla de gomas agar - agar estandarizado con dextrosa. En Ecuador este producto es distribuido por la empresa Quifatex que garantiza un stock permanente del producto.

La ficha técnica del Provimel FM 602 se encuentra detallada en el Anexo #2.

6.1.5) Colorante (Rojo Carmín)

En el Ecuador existen varios proveedores de este tipo de colorante natural, pero se escogió a Quifatex por la garantía ofrecida en cuanto a la calidad y pureza del mismo, además esta empresa, es proveedora de otras materias primas utilizadas para este proyecto.

La ficha técnica del colorante rojo carmín se encuentra detallada en el Anexo #2.

6.1.6) Saborizante a Frutilla

El saborizante de Frutilla utilizado es de marca Cramer, de procedencia chilena. Esta empresa es reconocida a nivel regional como una de las líderes en cuanto a la innovación y pureza de sus productos, siendo proveedora de grandes marcas internacionales como Bimbo, Arcor, Nestlé entre otras.

En el país es representada por la empresa Aditmaq, la cual goza de renombre y confianza debido a su larga trayectoria en el mercado ecuatoriano.

De igual forma que todos los proveedores de materias primas, Aditmaq, garantiza la disponibilidad del producto en forma permanente.

La ficha técnica del saborizante a frutilla se encuentra detallada en el Anexo #2.

6.1.7) Mermelada de Frutilla

La mermelada de frutilla fue suministrada por la empresa INLACSA y elaborada bajo los requisitos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana: Conservas Vegetales y Mermeladas de Frutas Requisitos Primera Revisión INEN 419, que se encuentra en el Anexo # 1.

6.2) Formulación Inicial

De acuerdo a la clasificación establecida en la norma INEN 2395, las leches fermentadas se clasifican según el contenido de grasa, de acuerdo a los ingredientes y de acuerdo al proceso de elaboración. En base a esta información se fabricó un yogur Tipo I (Yogur elaborado con leche entera), saborizado y edulcorado, que cumplió con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana "Requisitos de Leches Fermentadas 2006" (INEN 2395), que se encuentra ubicada en el Anexo #1. Los requisitos más relevantes son los siguientes:

- El yogur tipo I será elaborado con leche entera la cual deberá cumplir con las normas NTE INEN 9 y NTE INEN 10.
- Se podrá agregar azúcares o edulcorantes permitidos, frutas secas, enteras o trozos, pulpa de frutas, frutas secas y otros preparados a bases de fruta. El contenido de fruta adicionada no podrá ser menor al 12% (g/ 100 g) en el producto final.
- El peso total de las sustancias no lácteas agregadas no será superior al 30 % del peso total del producto.
- La consistencia debe ser homogénea, el sabor y olor será característico, sin materia extraña con un color propio de la fruta o del colorante añadido.
- Se podrá utilizar aromatizantes y colorantes permitidos en la norma INEN 2074.
- Se deberá usar como conservante el ácido sórbico o sus sales de Sodio, Potasio y Calcio, Dióxido de Azufre y Acido Benzoico en cantidad no superior a 50 mg/kg.
- Las sustancias agregadas al yogur no deberán ser superiores al 30 % del peso total del producto.
- Se podrá utilizar gomas solas o mezcladas, en un límite máximo de 1000 mg/kg.
- Se podrá utilizar como edulcorantes los siguientes productos: Sacarina y sus sales de Calcio, Potasio, Sodio. Aspartame, Sorbitol, Xilitol, Manitol, Sucralosa, Acesulfame de Potasio, en cantidades de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

Tomando en cuenta las especificaciones anteriores, se realizó la fórmula base para la producción industrial del yogur según los parámetros establecidos por la empresa INLACSA, que se presentan en la Tabla #2.

Tabla #2.- Formulación Base de Yogur Tipo I

| REQUISITO | % |
|--------------------|-------|
| Leche Entera | 72 |
| Azúcar | 13 |
| Fruta | 13 |
| Cultivo Sacco | 2 |
| Sorbato de Potasio | 0,001 |

6.2.1) Estudio Preliminar

En base a la información presentada en la Tabla #2, se elaboraron seis formulaciones con tres tipos de estabilizantes al 0,04 y 0,06 % de concentración. Los estabilizantes utilizados fueron:

- Estabilizante Provimel FM 602 (Goma agar-agar estandarizado con dextrosa)
- Estabilizante Yogur ADITMAQ (Combinación de almidón modificado y hidrocoloides de origen vegetal)
- Goma Xanthan

Estos estabilizantes se utilizaron en dos diferentes concentraciones en las formulaciones detalladas en el Anexo #3.1. El proceso de elaboración de cada formulación siguió el mismo diagrama de flujo presentado en el Anexo #3.2.

Una vez obtenidas las formulaciones fueron colocadas en una probeta de 200 mL en una cámara controlada a una temperatura de 17 °C y una humedad relativa al 96%. Transcurridos los días se procedió hacer la medición de la separación de fases de cada formulación por medio de una regla,

repetiendo el mismo procedimiento por el período de cinco días. Los resultados se exponen en la Tabla #3.

Tabla #3.- Separación de Fases en las Formulaciones

| | Día 1 (cm)* | Día 2 (cm)* | Día 3 (cm)* | Día 4 (cm)* | Día 5 (cm)* |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Provimel FM 602 0,04 % | 1,5 | 1,7 | 1,7 | 2,2 | 2,8 |
| Provimel FM 602 0,06% | 1,2 | 1,6 | 1,7 | 2,1 | 2,6 |
| Yogur ADITMAQ 0,04 % | 2,1 | 2,6 | 2,6 | 3,0 | 3,2 |
| Yogur ADITMAQ 0,06 % | 2,5 | 2,8 | 2,8 | 3,0 | 3,1 |
| XANTHAN 0,04% | 2,1 | 2,4 | 2,4 | 3,3 | 4,9 |
| XANTHAN 0,06% | 2,3 | 2,3 | 2,3 | 3,6 | 4,7 |

*Medias de tres determinaciones.

Los resultados de cada día de medición están detallados en el Anexo #3.3.

Analizando estos resultados los estabilizantes que evitaron una menor separación de fases fueron Provimel FM 602 y Yogur Aditmaq, por lo que fueron estos estabilizantes utilizados en la elaboración de prototipos conjuntamente con la formulación base y la coenzima Q₁₀.

En la Tabla #4 se presenta la formulación inicial.

Tabla #4.- Formulación Inicial

| Producto | % |
|----------|-------|
| Leche | 85,83 |

| | |
|--------------------------|-------|
| Aspartame | 0,06 |
| Mermelada | 12,00 |
| Cultivo | 2,00 |
| Estabilizante | 0,03 |
| Fosfato Tricálcico | 0,02 |
| Sorbato de Potasio | 0,02 |
| Coenzima Q ₁₀ | 0,02 |
| Colorante | 0,01 |
| Saborizante | 0,01 |
| Total | 100 |

El porcentaje final de la coenzima Q₁₀ y Estabilizante se determinó posteriormente.

6.3) Elaboración de Prototipos

En base a la formulación inicial se elaboraron los prototipos variando la concentración y tipo de estabilizante. Las dosificaciones estuvieron basadas en las recomendaciones de uso de los proveedores que se encuentran en el Anexo #2.

En la Tabla # 5 se exponen los prototipos.

Tabla #5.- Diferenciaci3nes y Nomenclatura de Prototipos

| Prototipos | Estabilizante | Concentraci3n % |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| TQ ₁ | Provime1 FM 602 | 0,04 |
| TQ ₂ | Provime1 FM 602 | 0,06 |
| TQ ₃ | Provime1 FM 602 | 0,08 |

| | | |
|------------------|---------------|------|
| TAD ₁ | Yogur ADITMAQ | 0,04 |
| TAD ₂ | Yogur ADITMAQ | 0,06 |
| TAD ₃ | Yogur ADITMAQ | 0,08 |

En el Anexo #3.4 se presenta un cuadro detallado con las formulaciones utilizadas para cada uno de los seis prototipos evaluados.

En la elaboración de todos los prototipos se utilizó materia prima de características semejantes y se siguió el mismo diagrama de flujo, ubicado en el Anexo #3.2.

Se realizaron análisis físicos-químicos para establecer que en todos los prototipos realizados se utilizó leche con características similares, con el objetivo de no influir en los resultados del diseño experimental realizado. Los resultados de estas pruebas constan en el Anexo #3.5.

6.4) Diseño Experimental

Para este estudio se realizaron dos diseños experimentales.

6.4.1) Primer Diseño Experimental

Para el presente estudio se realizó un diseño completamente al azar (DCA), en el diseño se distribuyó los prototipos elaborados con dos estabilizantes Provimel FM 602 y Yogur ADITMAQ con diferentes concentraciones (0,04, 0,06, 0,08). La variable a evaluar fue la consistencia.

Los datos fueron interpretados mediante el análisis de varianza (ANOVA) y las medias testadas por la Prueba de Tukey, determinándose la concentración y tipo del estabilizante para el yogur en desarrollo.

6.4.1.1) Objetivo

- Determinar el tipo y concentración del estabilizante para la elaboración del yogur en desarrollo.

6.4.1.2) Hipótesis

- **Hipótesis Nula (Ho).**- La concentración y el tipo de estabilizante no influyen en las características del yogur en desarrollo.
- **Hipótesis Alternativa (Hi).**- La concentración y el tipo de estabilizante influyen directamente en las características del yogur en desarrollo.

6.4.1.3) Análisis de Prototipos

6.4.1.3.1) Consistencia

En los prototipos elaborados con los estabilizantes en diferentes concentraciones se midió la consistencia utilizando el consistómetro Bostwick. Que consiste en un método empírico que mide la consistencia de materiales viscosos por medio de la distancia sobre la que el material fluye en una superficie lisa bajo su propio peso durante un intervalo de tiempo dado.²⁴

Se utilizó como control una muestra de un smoothie estadounidense fabricado por la empresa Dannon, que cumplía con las características deseadas de consistencia.

Los resultados obtenidos de esta prueba se presentan en el Anexo # 3.6.

En la Tabla #6 se presenta el Análisis de Varianza de Consistencia de los Tratamientos (Prototipos y Control).

Tabla #6.- Análisis de Varianza (ANOVA) de Consistencia de los Tratamientos

| FV | Grados de Libertad | Suma de Cuadrados | Cuadrados medios | F calculada | Valor Crítico para F | Probabilidad |
|----|--------------------|-------------------|------------------|-------------|----------------------|--------------|
|----|--------------------|-------------------|------------------|-------------|----------------------|--------------|

| | | | | | | |
|--------------------|----|-------|------|---------|------|-----------------------|
| Tratamientos | 6 | 48,38 | 8,06 | 125,43* | 2,85 | 2,36 E ⁻¹¹ |
| Error Experimental | 14 | 0,9 | 0,06 | | | |
| Total | 20 | 49,28 | | | | |

*Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F.

Analizando los datos anteriores se determinó que existía diferencia significativa entre los siete tratamientos (prototipos y control) ya que el valor P fue menor a 0,05, por lo que se procedió a realizar una Prueba de Tukey (Separación de Medias), los resultados se exponen en la Tabla #7.

Tabla#7.- Consistencia de los Tratamiento

| Prototipos* | cm/s |
|------------------|---------|
| TAD ₃ | 23,27 A |
| TQ ₁ | 21,40 B |
| Control | 21,40 B |
| TQ ₂ | 20,30 C |
| TAD ₂ | 20,20 C |
| TAD ₁ | 19,57 C |
| TQ ₃ | 18,07 C |

*La nomenclatura utilizada para diferenciar los Prototipos se encuentra detallada en la Tabla #5.

Las medias seguidas por la misma letra representa que no existe diferencia significativa entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

Analizando estos resultados se concluyó que no existía diferencia significativa entre el control y el prototipo TQ₁, por lo que el estabilizante Provimel FM 602 al 0,04 presentó la consistencia deseada. Los prototipos TQ₂, TAD₂, TAD₁ y TQ₃ no presentaron diferencias significativas entre sí pero si son diferentes al control y al TQ₁. El prototipo TAD₃ resultó ser diferente significativamente a todos los demás prototipos.

6.4.2) Segundo Diseño Experimental

Una vez establecido cual estabilizante presentó la consistencia deseada, se procedió a evaluar si la concentración de coenzima Q₁₀ tenía algún efecto en la consistencia, por lo que se evaluó el estabilizante Provimel FM 602 en tres diferentes concentraciones con dos diferentes concentraciones de la coenzima Q₁₀.

6.4.2.1) Elaboración de Prototipos

La formulación de Prototipos se realizó en base a la formulación inicial variando la concentración de coenzima Q₁₀ y la concentración del estabilizante Provimel FM 602.

Los factores a evaluar fueron:

- Concentración del estabilizante
- Concentración de coenzima Q₁₀

Las dosificaciones de las variables anteriores estuvieron basadas en las recomendaciones de uso de los proveedores que se encuentran en el Anexo #2.

En la Tabla # 8 se exponen los prototipos.

Tabla #8.- Diferenciaciones y Nomenclatura de Prototipos

| Prototipos | Concentración del estabilizante (%) | Concentración de coenzima Q ₁₀ (%) |
|------------------|-------------------------------------|---|
| TAQ ₁ | 0,04 | 0,01 |
| TAQ ₂ | 0,06 | 0,01 |
| TAQ ₃ | 0,08 | 0,01 |
| TBQ ₁ | 0,04 | 0,03 |
| TBQ ₂ | 0,06 | 0,03 |
| TBQ ₃ | 0,08 | 0,03 |

En el Anexo #3.7 se presenta un cuadro detallado con las formulaciones utilizadas para cada uno de los seis prototipos evaluados.

En la elaboración de todos los prototipos se utilizó materia prima de características semejantes y se siguió el mismo diagrama de flujo, ubicado en el Anexo #3.2.

Se realizaron análisis físicos-químicos para establecer que en todos los prototipos realizados se utilizó leche con características similares, con el objetivo de no influir en los resultados del diseño experimental realizado. Los resultados de estas pruebas constan en el Anexo # 3.5.

Para el presente estudio se realizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con modelo factorial 3 * 2 +1, correspondiente a la combinación de dos factores, estabilizante y coenzima Q₁₀. El estabilizante con tres niveles y coenzima Q₁₀ con dos niveles con tres repeticiones. Los datos fueron interpretados mediante el análisis de Varianza (ANOVA) y las medias testadas por la Prueba de Tuckey.

6.4.2.2) Objetivo

- Determinar el Porcentaje de coenzima Q₁₀ para la elaboración el yogur en desarrollo.
- Determinar la concentración adecuada de estabilizante para el yogur en desarrollo

6.4.2.3) Hipótesis

- **Hipótesis Nula (H₀).**- La concentración de coenzima Q₁₀ no influye en las características del yogur desarrollado.
- **Hipótesis Nula (H₀).**- La concentración del estabilizante no influye en las características del yogur desarrollado.
- **Hipótesis Alternativa (H₁).**- La concentración de coenzima Q₁₀ influye directamente en las características del yogur desarrollado.
- **Hipótesis Alternativa (H₁).**- La concentración del estabilizante influye directamente en las características del yogur desarrollado.

6.4.2.4) Análisis de Prototipos

6.4.2.4.1) Consistencia

En los prototipos elaborados con los estabilizantes en diferentes concentraciones se midió la consistencia utilizando un consistómetro.

Se utilizó como control una muestra de un smoothie estadounidense fabricado por la empresa Dannon, que cumplía con las características deseadas de consistencia.

Los resultados obtenidos de esta prueba se presentan en el Anexo # 3.8.

En la Tabla #9 se presenta el ANOVA de los Tratamientos (Prototipos y Control).

Tabla# 9.- Análisis de Varianza (ANOVA) de consistencia de los Tratamientos

| F. de Variación | G.L | SC | CM | F. cal | F esp. | |
|--------------------------|-----|-------|-------|--------------------|--------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Total | 20 | 48.09 | 2.40 | 51.53 | | |
| Tratamientos | 6 | 47.44 | 7.91 | 169.42* | 2.85 | 4.45 |
| Coenzima Q ₁₀ | 1 | 0.06 | 0.06 | 1.19 ^{ns} | 4.60 | 8.86 |
| Estabilizante | 2 | 38.41 | 19.20 | 411.51* | 3.74 | 6.51 |
| SCF(AxB) | 2 | 9.63 | 4.81 | 103.16* | 3.74 | 6.61 |
| Error Exp. | 14 | 0.65 | 0.05 | | | |

*Significativo al 1% de probabilidad por la prueba de F.

^{ns} No significativo al 1% de probabilidad por la prueba de F.

En base a esta tabla se concluyó que el valor F para los tratamientos es mayor al F de la tabla, lo que nos indica que existen diferencias entre los tratamientos. Para la concentración de coenzima Q₁₀ el valor F calculado es menor al F teórico, por lo tanto no tiene influencia en la consistencia de los tratamientos. El valor F del estabilizante y el de la interacción entre la concentración de coenzima Q₁₀ y la concentración del estabilizante, es mayor al F calculado de la tabla, por lo que se establece que el estabilizante y su combinación con la coenzima Q₁₀ si influye en las características de consistencia del yogur en desarrollo. Por otro lado el hecho de que la interacción sea significativa indica que los niveles del estabilizante influyen en los niveles de la coenzima Q₁₀ y viceversa.

En la Tabla # 10 se presenta la consistencia de los tratamientos.

Tabla#10.- Consistencia de Tratamientos (Prototipos y Control)

| Tratamiento* | cm/s |
|------------------|----------|
| TAQ ₂ | 21,73 A |
| TAQ ₁ | 21,43 A |
| Control | 21,40 AB |
| TBQ ₃ | 20,30 B |
| TBQ ₂ | 20,20 B |
| TBQ ₁ | 17,97 B |
| TAQ ₃ | 17,83 B |

*La nomenclatura utilizada para diferenciar los prototipos se encuentra detallada en el Tabla #8.

Las medias seguidas por la misma letra representa que no existe diferencia significativa entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tuckey.

En base a estos resultados se concluyó que no existe diferencia significativa entre los prototipos y el control, sin embargo se escogió al tratamiento TBQ₁ en el cual se establece una concentración 0,04% de estabilizante y 0,03 de coenzima Q₁₀. En cuanto a los tratamientos TAQ₁ y TAQ₂ se puede establecer que su consistencia es igual, así mismo los tratamientos TBQ₃, TBQ₂, TBQ₁ y TAQ₃ no tienen una diferencia significativa en cuanto a su consistencia.

6.5) Conclusiones del Diseño Experimental

- El tratamiento escogido es TBQ₁ por presentar la menor concentración del estabilizante (0,04%) lo que significa un menor costo de materia prima. Por otro lado aunque presenta 0,03% de coenzima Q₁₀ esta cantidad es necesaria para de esta forma cumplir con la dosis recomendada de coenzima Q₁₀ que oscila entre 30 a 90 mg diarios.²⁵
- El yogur en desarrollo tiene una dosis de 60 mg en 200 g de producto, es decir que satisface 66% de la dosis diaria recomendada.

6.6) Reformulación del Producto

La formulación final se presenta en la Tabla #11.

Tabla#11.- Formulación Final del Producto

| Producto | g/100g |
|--------------------------|---------------|
| Leche | 87,430 |
| Aspartame | 0,070 |
| Mermelada | 12,000 |
| Cultivo | 0,004 |
| Provimel FM 602 | 0,040 |
| Fosfato Tricálcico | 0,400 |
| Sorbato de Potasio | 0,010 |
| Coenzima Q ₁₀ | 0,030 |
| Colorante | 0,008 |
| Saborizante | 0,008 |

| | |
|-------|---------|
| Total | 100,000 |
|-------|---------|

VII) ESTUDIO SENSORIAL

7.1) Introducción

A nivel empresarial el estudio sensorial es de vital importancia en el desarrollo de nuevos productos tanto para el consumidor como para la empresa ya que establece las preferencias similares de un segmento o un conjunto de segmentos para el desarrollo de un producto específico.²⁶

Las pruebas enfocadas al consumidor son una parte esencial para el desarrollo de un nuevo producto alimenticio ya que representan una herramienta fundamental para satisfacer las preferencias de los consumidores. Los estudios de naturaleza hedónica son esenciales para saber en que medida un producto puede resultar agradable al consumidor.²⁶

Las pruebas afectivas o hedónicas son aquellas en la que el juez catador expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza.²⁶ Son pruebas difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones personales, con la

variabilidad que ello supone.²⁶ Por esta razón para la evaluación de estas pruebas se debe escoger una población conformada por consumidores potenciales y/o habituales del producto.

El método de tipo afectivo, utiliza escalas con diferentes números de categorías y van desde “me gusta muchísimo”, “indiferencia” hasta “me disgusta muchísimo”.²⁶ En este estudio se empleo una escala de nueve puntos. (Anexo # 4.2)

En la actualidad el consumo de yogur se ha incrementado a un ritmo del 4% anual.²⁵ El consumo mensual en el país es de 900 mil USD, frente a un promedio de 883 mil USD por mes en 2005 y 875 mil USD, en 2004, datos a partir de un estudio efectuado en 15 ciudades del país.²⁷ Los mercados más importantes para este sector de la economía son Guayaquil, con un gasto promedio mensual de 322 mil USD y Quito donde el gasto en yogures llega a los 273 USD.²⁰ El aumento de consumo de yogur expuesto anteriormente ha generado que las empresas productoras se vuelvan más competitivas, ya que el éxito de una industria de productos alimenticios se basa en su capacidad para producir productos que satisfagan el gusto de los consumidores, por lo que las empresas alimentarias se ven en la obligación de realizar estudios sensoriales que permitan medir la aceptabilidad de un producto antes de salir al mercado para así poder complacer a un consumidor cada vez mas exigente en calidad e información nutricional.

7.2) Objetivo Sensorial

- Comparar el nivel de agrado del yogur en desarrollo y del yogur de la empresa INLACSA.

7.3) Determinación de la Población

Debido a que el producto será comercializado en el Ecuador, se corroboró que en el Ecuador existen 3'962,252 mujeres económicamente activas,²⁸ las cuales se encuentran subdivididas según los rangos de edad presentados a continuación en la Tabla #12.

Tabla #12.- Total de población de mujeres ecuatorianas según su edad

| | Edad (años) | Total de Población | % | |
|--|---------------|--------------------|----|---------------------------------|
| Encuesta Ingresos y 2003- INEC. Este | Menores de 10 | 832,848 | 20 | Fuente: de Gastos 2004 |
| | 10-17 | 659,616 | 17 | |
| | 18-29 | 833,204 | 21 | |
| | 30-39 | 576,795 | 14 | |
| | 40-49 | 457,321 | 12 | |
| | 50-64 | 379,238 | 10 | |
| | 65 y mas | 223,230 | 6 | |

producto va dirigido a mujeres de 18 hasta 73 años. Debido a que la información obtenida es de 50-64 años se disminuirá el rango de edad para calcular la población a estudiar, por lo tanto sería de 2'469,788 mujeres, resultado obtenido de la suma de las poblaciones que pertenecen a las edades expuestas en la Tabla #12.

Debido a la logística que implicaría este tamaño de población, se decidió trabajar en el mercado de Quito. Proyecciones realizadas por el INEC en el censo de población y vivienda del año 2001, determinan que Quito tendría 2'104,991 habitantes en el año 2007. Dado a que no existen registros del porcentaje de población según el género en Quito, se utilizó el porcentaje del nacional que establece que el 49,5% pertenece al masculino y el 50,5% al

femenino.²⁹ La población femenina de la ciudad de Quito esta en 1'063,020, asumiendo que los porcentajes de edades femeninos son similares a los del país se utilizó los porcentajes presentados en la Tabla #12 para determinar la población femenina de la ciudad de Quito según su edad. Sumando los porcentajes de las edades estudiadas el porcentaje de la muestra estudiada fue del 80%. Por lo tanto la población fue de 850,416 y el tamaño de la muestra se calculó mediante la siguiente fórmula: ³⁰

$$n = \frac{N * d_2 * z_2}{(N-1) * E_2 + d_2 + z_2}$$

n= Tamaño de la muestra

N= Universo o Población (850,416 habitantes)

d₂= Varianza (0,25)³⁰

N-1= Corrección que se usa para muestras > 30

E₂= Limite de aceptación por error (4%)

Z₂= Valor obtenido mediante nivel de confianza del 5% (1,96)³⁰

Por lo que:

$$n = \frac{850,416 * (0,25)^2 * (1,96)^2}{(850,416-1) * (0,04)^2 + (0,25)^2 * (1,96)^2} = 149,64 = 150 \text{ encuestas}$$

Basados en los resultados se realizarán 150 encuestas, en la ciudad de Quito.

7.4) Aplicación de la Prueba

Para determinar el nivel de agrado del yogur en desarrollo se realizó un estudio sensorial a 150 mujeres, que estuvo dividido en dos partes:

- Preselección. (Anexo #4.1)
- Estudio Sensorial. (Anexo #4.2)

7.4.1) Preselección

Se aplicó una encuesta preliminar que recopiló datos demográficos, socioeconómicos y la frecuencia de consumo del producto, que sirvieron como seleccionador para obtener la muestra de jueces consumidores con las características establecidas.

Las características socioeconómicas y demográficas que debía reunir la población para participar en el estudio sensorial fueron:

- Edad de 18 hasta 64 años.
- Nivel de estudios bachiller, medio superior, superior.
- Ingreso económico sea superior a 600 USD.

Estas características socioeconómicas determinaban que los encuestados pertenecieran a una clase media y media-alta, dado a que estudios realizados por el INEC, indican que el yogur sigue siendo un producto elitista, cuanto más son los ingresos de un hogar, mayor es el

consumo de este producto. Esto ha originado que en los hogares de mayores ingresos económicos el yogur ocupe el doceavo puesto entre los productos más consumidos.²⁷

Las características de consumo que tenían que reunir las consumidoras para categorizarlas como consumidoras frecuentes fueron las siguientes:

- Ser consumidoras de yogur.
- Que consuman yogur al menos una vez por semana.

7.4.2) Estudio Sensorial

Posteriormente a la preselección se entregaba a los consumidores el cuestionario sensorial, que consistía de una escala hedónica de 9 puntos (Anexo #4.2). Esta escala fue utilizada para la evaluación de los dos productos, que fueron degustados.

7.5) Materiales y Métodos

Las técnicas de análisis sensorial, son técnicas de medición que muestran grados de variación de sensibilidad de persona a persona.³¹ Uno de los mayores problemas asociados al análisis sensorial de los alimentos, es conseguir que la respuesta humana sea precisa y reproducible. El control de las condiciones, tanto del entorno y de las muestras a analizar como de los sujetos participantes en las pruebas sensoriales, facilita la obtención de unos resultados objetivos.³¹

La degustación del producto se llevó a cabo en tres locales comerciales de la cadena de Panificadora Ambato Cia. Ltda., ubicados en la ciudad de Quito, los cuales cumplían dos

características importantes que son: estar ubicados en sectores socioeconómicos medio y medio alto y tener un ambiente tranquilo, luminoso, aireado y libre de olores extraños.

El estudio se realizó con consumidoras de Panificadora Ambato, que consumían frecuentemente el yogur y cuyas edades oscilaron entre 18 a 64 años. La mayoría de las personas encuestadas se encontraron en el rango de 18 a 45 años. La condición socioeconómica de clase media y media alta.

Se evaluaron dos muestras:

- Yogur en desarrollo.
- Yogurt de frutilla de la empresa INLACSA.

Estas muestras fueron codificadas respectivamente con numeración de tres dígitos, el 869 representaba al yogur en desarrollo y 513 para yogur de frutilla de la empresa INLACSA.

Fue colocado 30 mL de cada muestra³¹ en cada uno de los vasos codificados, las muestras se encontraban a una temperatura entre 8°C a 10°C. Se utilizó estas temperaturas para simular a las habituales en que se consume el yogur. Junto a las muestras se colocó agua como enguajante. El orden de presentación de las muestras fue alternado. Los ensayos se realizaron entre las 9am a 12 pm y en la tarde entre las 3pm a 6 pm, por considerarse convenientemente alejados de las comidas principales.

Las instrucciones al consumidor estaban descritas en el cuestionario sensorial presentado, en el se exponía el orden de degustación y la escala de grado de aceptabilidad.

7.6) Resultados

7.6.1.) Resultados de la Preselección

Se realizaron en total 220 preselecciones, obteniéndose los 150 consumidores requeridos para realizar la prueba sensorial.

7.6.1.1) Resultados de Información Socioeconómica y Demográfica de los Consumidores

En la primera parte de la preselección se analizaron los datos demográficos, como son la edad y el estado civil de los consumidores. Estos datos se exponen en el Anexo #4.3.

Los resultados son presentados a continuación:

- La mayoría de las encuestadas se encontraban en el rango de edad de 18 a 45 años que era óptimo para el análisis.
- El 36% de la población encuestada eran casadas, también existían altos porcentajes de solteras y divorciadas con un 22% de cada una. El 20% restante se dividía entre viudas o con compromiso. Cabe mencionar que el estado civil no excluía de participar en el estudio sensorial.
- Gran parte de las encuestadas tenían un nivel de estudios medio, es decir, bachilleres, seguido del nivel medio-superior, que corresponde a estudios universitarios.
- En cuanto al ingreso promedio mensual de las consumidoras el 47% de las encuestadas estaban en el rango de ingreso promedio mensual de 600-800 USD, que era favorable para el estudio.
- En la pregunta de vivienda propia el 45% de las consumidoras alquilan la vivienda y el 32% tenían casa propia. Cabe mencionar que la condición de vivienda no excluía de participar en el estudio sensorial.

Los datos estadísticos con sus respectivos gráficos y tablas, de los datos presentados anteriormente se encuentran detallados en el Anexo # 4.3.

7.6.1.2) Resultado de Frecuencia de Consumo de Yogur del Consumidor

En la segunda parte de la preselección se analizaron los datos de consumo del yogur, estos datos son expuestos en el Anexo #4.3. Los resultados son presentados a continuación:

- El 70% de la población encuestada consumían yogur, porcentaje favorable para el lanzamiento futuro del producto en el mercado, debido a que estos resultados demuestran que el yogur tiene una gran aceptación por las consumidoras.
- El 44% de la población consumía una vez por semana yogur lo que demuestra que el consumo de yogur se encuentra en un nivel elevado entre las consumidoras encuestadas.

7.6.2) Resultados del Cuestionario Sensorial

En la Tabla #13 están representadas las nueve alternativas utilizadas en la escala hedónica y los valores que fueron asignados a cada una.

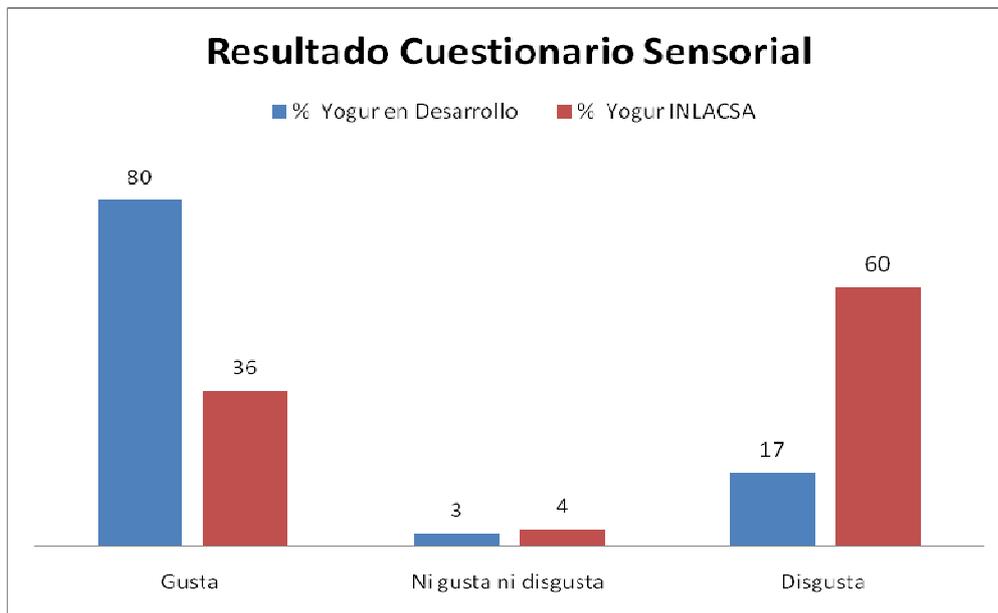
Tabla #13.- Escala Hedónica con sus valores respectivos

| Descripción | Valor |
|----------------------------|-------|
| Me gusta muchísimo | 9 |
| Me gusta mucho | 8 |
| Me gusta moderadamente | 7 |
| Me gusta un poco | 6 |
| Ni me gusta ni me disgusta | 5 |
| Me disgusta poco | 4 |
| Me disgusta | 3 |

| | |
|------------------------|---|
| moderadamente | |
| Me disgusta mucho | 2 |
| Me disgusta muchísimo. | 1 |

A continuación en el Gráfico #1 se presenta los porcentajes del nivel de agrado que las encuestadas asignaron al yogur en desarrollo y al yogur INLACSA. La tabla con los valores detallados, de los cuales se calcularon los siguientes porcentajes, se encuentran en el Anexo #4.4.

Gráfico #1.- Análisis Descriptivo del Cuestionario Sensorial



Los resultados de este estudio, fueron recopilados haciendo una agrupación de datos de los tres niveles de agrado y los tres niveles desagrado de la escala hedónica., que demuestran

que el 80% de las consumidoras les gusto el yogur en desarrollo versus al 36% del yogur de la empresa INLACSA, mientras que un 60 % de las encuestadas les disgusto el yogur de la empresa INLACSA versus a un 17% del yogur en desarrollo. Estos datos nos indican que existe una buena aceptación de las encuestadas hacia el yogur en desarrollo.

7.6.3) Análisis Estadístico

Para determinar si existía diferencia significativa entre las dos muestras analizadas se utilizó una prueba de t student, con un nivel de confianza al 95%. En el diseño estadístico, el mismo juez evaluó simultáneamente ambas muestras, por esta razón se puede utilizar la prueba de t pareada para este estudio.

- **Hipótesis Nula (Ho).**- No existe diferencia significativa en el nivel de agrado entre el yogur de frutilla de la empresa INLACSA y el yogur en desarrollo.
- **Hipótesis Alternativa (Hi).**- Existe diferencia significativa en el nivel de agrado entre ambos yogures.

Tabla #14.- Prueba de t Student (N: 150) (α :0,05)

| | YOGUR INLACSA | YOGUR BEBIBLE |
|--------------------------------|---------------|---------------|
| Media | 4,42 | 7,02 |
| Varianza | 4,90 | 5,28 |
| Observaciones | 150 | 150 |
| Estadístico t | -19,88 | |
| P(T<=t) dos colas | 0 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 1,97 | |

Basados en estos resultados se rechaza la hipótesis nula, ya que el valor P calculado de dos colas (0,00) es menor $\alpha: 0,05$ por lo que existe diferencia significativa en el nivel de agrado de las muestras.

El resultado de la muestra del yogur en desarrollo en la escala hedónica fue de 7,02 que representa que *gusta* a las consumidoras. El yogur de la empresa INLACSA obtuvo un resultado de 4,42 que indica que *gusta poco* a las encuestadas. Estos resultados son muy importantes, ya que el estudio nos demuestra que el yogur en desarrollo tiene un nivel de agrado superior, es decir se ha logrado tener una mayor aceptación dentro del grupo objetivo.

Se determinó que existe diferencia significativa entre ambos yogures lo cual nos muestra que el yogur en desarrollo goza de mayor aceptación ya que en la escala de aceptabilidad obtuvo el resultado de “me gusta mucho”.

VIII) PRODUCCIÓN SEMI-INDUSTRIAL

8.1) Formulación

De acuerdo al desarrollo del producto se estableció la siguiente fórmula final para la elaboración del producto, la cual se presenta en la Tabla # 15.

Tabla #15.- Formulación Final

| Producto | Cantidad (kg) |
|--------------------|----------------------|
| Leche | 349,72 |
| Aspártame | 0,28 |
| Mermelada Frutilla | 48,00 |

| | |
|--------------------------|---------------|
| Cultivo | 0,016 |
| Estabilizante | 0,16 |
| Fosfato Tricálcico | 1.6 |
| Sorbato de Potasio | 0,04 |
| Coenzima Q ₁₀ | 0,12 |
| Colorante | 0,032 |
| Saborizante | 0,032 |
| TOTAL | 400,00 |

8.2) Proceso de Producción

Fue realizado en la ciudad de Cayambe en las instalaciones de la empresa INLACSA, que posee maquinaria con capacidad de 400 y 600 litros. El proceso utilizado fue el siguiente:

8.2.1) Recepción de la leche

La recepción fue realizada utilizando tanques de acero inoxidable con una capacidad de 400 L, encima de estos se colocó una tela, que tenía como función principal ser un filtro de agentes físicos extraños.

8.2.2) Calentamiento

Una vez que la leche se encontraba en el tanque, se bombeaba por medio de tuberías de acero inoxidable a una marmita de capacidad de 400 litros, calentándose la leche hasta que alcanzó una temperatura entre 45 y 55 °C.³³

8.2.3) Estandarización

Al llegar a la temperatura anterior, la leche pasaba por medio de tuberías a una descremadora constituida por turbinas que impulsaban la leche, lo que produjo la separación de la grasa. La leche iba al centro de la centrifugadora para ser expulsada y por medio de tubería a las yocuteras.

8.2.4) Pasteurización

Una vez que llegaba la leche a las yocuteras, que son marmitas de doble camisa, se adicionaba el estabilizante. Luego de esto se realizaba una pasteurización rápida a una temperatura de 90 °C por 5 minutos.³³ En estas condiciones aparte de realizar la destrucción de gérmenes patógenos y gran parte de la flora banal original, se favorece a la precipitación de una fracción de las proteínas del lactosuero lo que implica una mejor retención del agua, una mejora de la consistencia y favorece el crecimiento de la flora láctica, en particular al *Streptococcus thermophilus*.³³

8.2.5) Enfriamiento

Terminada la pasteurización se realizó el enfriamiento inyectando agua fría a las marmitas hasta que la leche llegó a una temperatura de 65 °C, añadiéndose el conservante, sorbato de potasio. De la misma forma se siguió enfriando hasta llegar una temperatura de 45 °C donde se agregó el fosfato tricálcico. Para información sobre las fichas técnicas ver Anexo #2.

8.2.6) Inoculación

Se continuó enfriando siguiendo el mismo método hasta los 42 °C, temperatura en la cual se agregó el cultivo. Se optó por estas temperaturas ya que entre 42 y 45 °C es la temperatura óptima de crecimiento del *Streptococcus thermophilus* y del *Lactobacillus bulgaricus*.³³ La ficha técnica de cultivo se encuentra en el Anexo #2.

8.2.7) Incubación

En esta etapa se desarrolló la acidez del yogur, que depende de tiempo y temperatura, es muy importante mantener la temperatura óptima de inoculación, detallada en el punto

anterior. El tiempo de incubación depende de la cantidad y del cultivo que se esté utilizando, en este caso se utilizó un cultivo que necesita un período de 3,5 horas aproximadamente.

8.2.8) Batido

Cuando la acidificación alcanzó una acidez de 77 °Dormic, se procedió al batido, que consistió en una acción mecánica automática por medio de paletas de acero inoxidable. En este paso ingresa la coenzima Q₁₀, la mermelada de frutilla, el saborizante, aspartame y el colorante. Simultáneamente al batido, se introdujo agua fría en la camisa exterior de la marmita hasta llegar a una temperatura de 25 °C aproximadamente.

8.2.9) Envasado

Terminado el batido, por medio de tuberías se traspasó, ayudado por la gravedad, el producto de la yocutera a un tanque receptor de acero inoxidable similar a un embudo. Manualmente se envasó en recipientes plásticos, aptos para el uso alimenticio, siendo luego sellados y etiquetados.

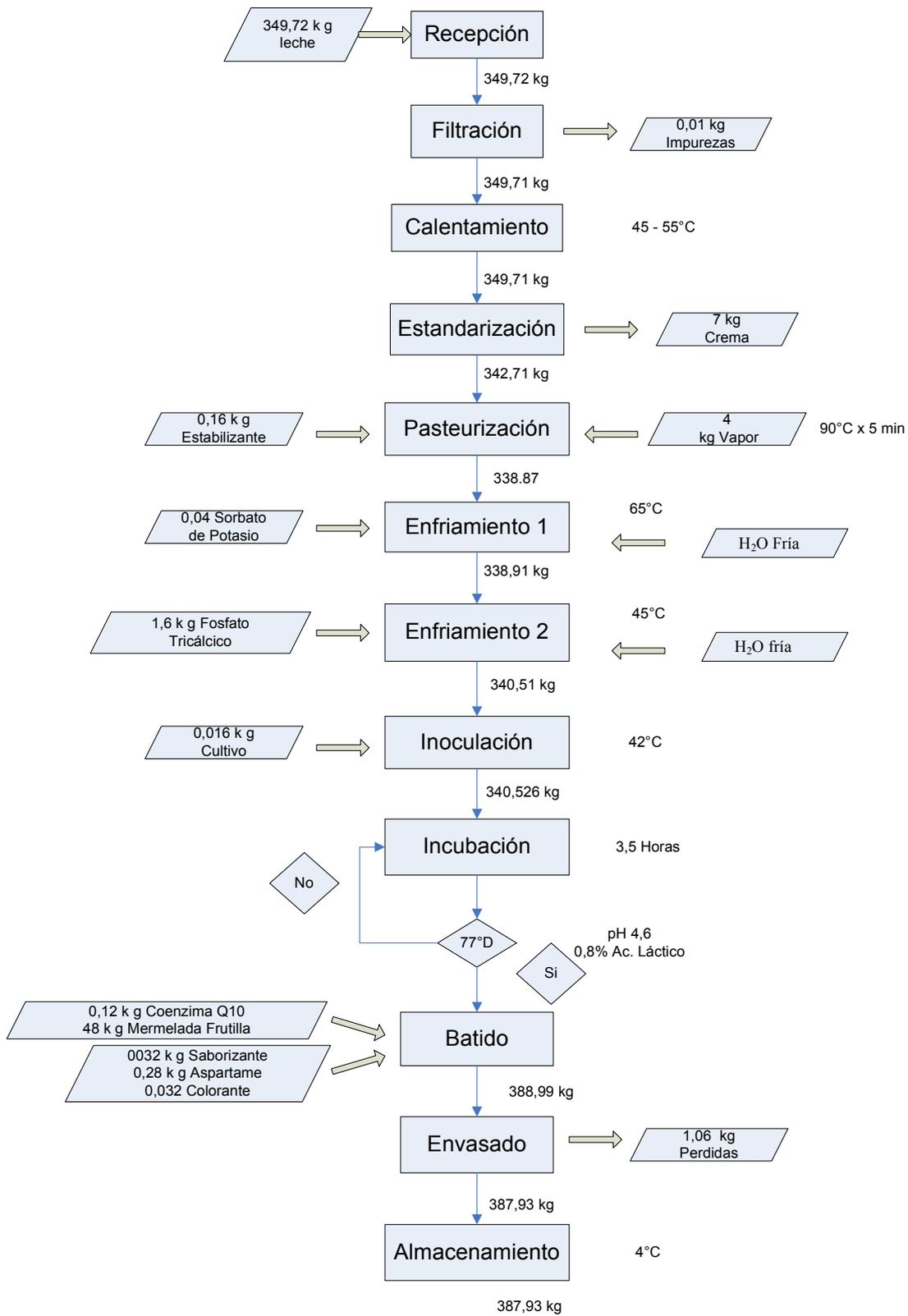
8.2.10) Almacenamiento

Una vez envasado el producto, se almacenó en un cuarto frío, con una temperatura alrededor de 4 °C. En este lugar permaneció el producto terminado hasta ser distribuido a los puntos de venta.

8.3) Balance de materiales

En el Diagrama #1 se muestra el balance de materiales del proceso.

Grafico # 2.- Balance de Materiales



8.4) Estudio Económico

De acuerdo a sección 8.3, tenemos una producción final de 387.93 kg de producto terminado y empacado, considerando que el envase a ser utilizado es de 200 g, tenemos un total de 1,939 envases.

A continuación se detalla el costo de materias primas para una producción de 387.93 kg de producto:

Tabla #16.- Costos de Materias Primas

| Detalle (producto) | Cantidad (kg) | Costo Unit. (USD) | Costo Total |
|--|---------------|-------------------|---------------|
| Leche | 349,72 | 0,35 | 122,40 |
| Mermelada de Frutilla | 48,00 | 2,24 | 107,52 |
| Cultivo | 0,016 | 36,60 | 0,59 |
| Aspartame | 0,28 | 50,40 | 14,11 |
| Sorbato de Potasio | 0,04 | 6,33 | 0,25 |
| Fosfato Tricalcico | 1,6 | 2,50 | 4,00 |
| Estabilizante | 0,16 | 23,00 | 3,68 |
| Coenzima Q10 | 0,12 | 300,00 | 36,00 |
| Saborizante | 0,032 | 17,92 | 0,57 |
| Colorante | 0,032 | 11,20 | 0,36 |
| Total | | | 289,48 |
| Costo por Kilogramo de Yogurt 0,74 USD/kg. | | | |

El costo aproximado del envase incluido etiqueta será de 0,11 USD por envase, por lo que el costo de los 1939 envases requeridos será de 213,36 USD.

Sumando el costo de materia prima más los envases tenemos un total de 502,84 USD, por lo que el costo total de materia prima de cada unidad sería de 0,26 USD.

Analizando el mercado nacional, los productos similares tienen un PVP de entre 0,50 a 0,60 USD, por lo que se estableció un PVP para el producto de 0,55 USD del cual se tendría una utilidad, considerando únicamente los costos de materia prima y empaques, por unidad de 0,29 USD equivalente a 53 %.

8.5) Estudio de Estabilidad

8.5.1) Objetivo

- Calcular el tiempo de vida útil para el yogur en desarrollo, tomando en cuenta que el productor INLACSA, establece un tiempo de vida útil de 21 días, por lo que se espera lograr el mismo periodo de vida útil.

8.5.2) Introducción

La vida útil de un alimento comprende el tiempo transcurrido entre la fabricación y el momento en que se presentan cambios significativos en el nivel requerido de los límites de calidad de las propiedades sensoriales, funcionales y nutricionales, bajo ciertas condiciones de almacenamiento.⁶⁵

Diferentes variables influyen en la determinación de vida útil ya que se debe tener en cuenta desde el momento en que se eligen las materias primas hasta la distribución y almacenamiento del producto, ya que la vida útil depende de factores específicos: factores intrínsecos: materia prima (composición, estructura, naturaleza) actividad de agua, pH, acidez, disponibilidad de oxígeno y potencial de redox; factores extrínsecos: procesamiento, higiene, manipulación, materiales, sistema de empaques, almacenamiento, distribución y lugares de venta.⁶⁵

Lo más importante en un estudio de vida útil es el tiempo y los controles que se van a llevar a cabo hasta que se presente un deterioro en el producto. Se deben realizar análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales en períodos de tiempo cortos, es necesario seleccionar la temperatura, humedad e iluminación que se va emplear determinando así si se va usar las condiciones normales o aceleradas.⁶⁶

En el yogur en desarrollo, con fin de dilatar el deterioro se añadió 20.56mg de sorbato de potasio en 200 g de producto final. Este químico es un conservante cuyo nivel de acción depende del pH ya que mientras más ácido sea el producto, más efectivo resulta ser el conservante. La norma INEN Leche Fermentada #2395, establece que en el yogur el uso máximo de sorbato de potasio es de 300 mg por kg.

En el estudio de estabilidad de un yogur se debe analizar periódicamente las siguientes variables: porcentaje de acidez, pH y recuento microbiano.

8.5.3) Metodología

8.5.3.1) Preparación de muestras

Las muestras se deben preparar en un proceso batch, siguiendo los parámetros de formulación y proceso establecidos. Estas se deben separar entre grupos que contienen cuatro muestras cada uno, las mismas deben ser almacenadas en condiciones distintas de temperatura, 18, 36 y 55°C.

8.5.3.2) Mediciones periódicas

El mismo día de fabricación del batch se debe analizar una muestra con el fin de determinar las condiciones iniciales del producto.

En cada grupo se debe realizar los análisis por duplicado de pH, porcentaje de acidez y recuento microbiano cada 7 días.

El método para medir el pH es un potenciómetro, que se debe calibrar al inicio del análisis. La acidez se la determina mediante el método AOAC 935.57 que consiste en la titulación con hidróxido de sodio 0.1 N y es expresada como porcentaje de ácido láctico.

Además a lo anterior se debe analizar las características organolépticas de la muestra como olor, color y textura.

8.5.3.3) Recuento microbiológico

El producto analizado, yogur en desarrollo, posee un pH bajo lo que hace factible únicamente el crecimiento de hongos, razón por la cual el medio que se debe usar para el recuento es Sabouraud,⁶⁶ el cual se prepara en cajas petri tamaño estándar en las cuales se realiza diluciones de uno en diez de las muestras utilizando agua pectonada como solvente. Se debe sembrar un mL de la solución en este medio, el ambiente debe ser anaerobio, por lo que los bordes de la caja se debe cubrir con cinta parafilm. Este se debe dejar incubar por tres días a 25 °C, pasado este período se debe realizar una tinción Gram para identificar las colonias que crecieron.

8.5.3.4) Modelo para la degradación cinética

El modelo de degradación cinética para predecir la disminución del atributo de calidad es el descrito por la siguiente reacción general: ⁶⁷

$$d [D] / dt = k[D]^n \quad (\text{ecuación 1})$$

En la cual [D] es el valor cuantitativo del valor de la calidad o de la reacción de deterioro, k es la pendiente de la reacción y “n” el orden de la reacción. Dado que la reacción de deterioro es de tipo microbiológico, se conoce que es una reacción de primer orden. Por lo tanto, de la anterior ecuación se obtiene para n=1

$$\ln ([D]_0 / [D]_t) = kt \quad (\text{ecuación 2})^{67}$$

Donde: [D]₀: Valor del factor de calidad al tiempo cero “inicial”

[D]_t: Valor del factor de calidad después de la reacción de deterioro al tiempo t.

La interrelación entre la tasa de reacción y la temperatura fue cuantificada por la reacción Arrhenius:

$$K = k_0 \exp (-E_a / RT) \quad (\text{ecuación 3})^{67}$$

Donde: E_a: Energía de activación de la reacción (Kcal/mol)

R: Constante universal de los gases (1.987 ×10⁻³ Kcal)

T: Temperatura absoluta

K₀: constante preexponencial o factor de frecuencia (1/1min)

Dado que la acidez es el parámetro de medición más importante en la calidad del mismo, se establece como parámetro escogido para los cálculos, concluyendo así que el valor crítico $[D]_t$ es el porcentaje de acidez final y $[D]_0$ es el porcentaje de acidez inicial.

A continuación se deberá graficar en el eje Y el logaritmo natural de los valores de porcentaje de acidez versus el tiempo, para conocer las pendientes (k) de las reacciones a cada temperatura.⁶⁷

Posteriormente, para calcular el valor de la energía de activación se grafica el logaritmo natural de los valores de la pendiente obtenidas (entre la acidez (\ln) vs tiempo) versus el inverso de la temperatura absoluta en grados Kelvin.⁶⁷

Una vez calculada la energía de activación de la reacción de deterioro, se debe calcular K_0 utilizando la ecuación 3, tomando en cuenta los valores de la pendiente de las reacciones de cada temperatura.⁶⁷

Una vez calculado el k_0 se puede calcular el k de la reacción de deterioro a diferentes temperaturas utilizando la ecuación 3. Este valor se lo utiliza para reemplazarlo en la ecuación 2, junto con los valores de acidez inicial $[D]_0$ y final $[D]_t$, calculando así el tiempo estimado de vida útil.⁶⁷

8.5.4) Resumen de la ficha de estabilidad

El análisis de estabilidad del producto se realizó en dos laboratorios, el primero fue realizado por los laboratorios LABOLAB, acreditado por el OAE (Organismo de Acreditación de Laboratorios Ecuatoriano), siendo los resultados los siguientes:

Fecha de Recepción: 22 de Julio del 2008

Muestra: Yogur bebible sabor a frutilla Tipo I

Descripción de la muestra: Líquido color rosado

Envase: Botella y tapa de polietileno de alta densidad.

Contenido Declarado: 200g

Contenido Encontrado: 200g

Fecha de Elaboración: 19 de Julio del 2008

Fecha de Vencimiento: 7 de Agosto del 2008

Condiciones Ambientales: 24 °C 30% HR

Temperatura: 4°C +- 1

Humedad relativa: 70 +- 2 %

Tabla #17.- Ficha de estabilidad del yogur en desarrollo

| Característica | 22 de julio del 2008 | 6 de agosto del 2008 |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Color | Amarillo | Amarillo |
| Olor | Característico | Característico |
| Sabor | Agradable característico | Agradable característico |
| Aspecto | Líquido viscoso | Líquido viscoso |

Tabla #17.1.- Parámetros microbiológicos

| Parámetro | 22 de julio del 2008 | 6 de agosto del 2008 |
|--|----------------------|----------------------|
| Acidez (% como ácido láctico) | 0.69 | 0.77 |
| Recuento de Coliformes totales (NMP/g) | < 3 | < 3 |
| Recuento de Escherichia Coli (ufc/g) | < 10 | < 10 |
| Recuento de Mohos (upm/g) | < 10 | < 10 |
| Recuento de levaduras (upl/g) | < 10 | < 10 |

El detalle de los análisis se encuentra en el Anexo # 5.

Basados en los resultados anteriores se concluyó que el producto es estable para el período requerido de 21 días.

Por otro lado los análisis realizados en las instalaciones de la empresa INLACSA fueron los siguientes:

Tabla #17.2.- Parámetros microbiológicos de la empresa INLACSA

| Ensayos microbiológicos | Método | Unidad | Resultado | Norma INEN 710 |
|-----------------------------|--------------|--------|-----------|----------------|
| Recuento de coliformes | INEN 1529-6 | NMP/g | <3 | Negativo |
| Hongos | AOAC 997.02 | UPM/g | <10 | Negativo |
| <i>Stafilococcus Aureus</i> | AOAC 2003.08 | UFC/g | <10 | Negativo |
| <i>E. Coli</i> | INEN 1529-8 | NMP/G | <3 | Negativo |

| | | | | |
|---------------------------|---------------------|-----|----------|----------|
| Salmonella en 25 g | AOAC 967 (25,26,27) | --- | Ausencia | Negativo |
|---------------------------|---------------------|-----|----------|----------|

El detalle de los análisis se encuentra en el Anexo #5

8.6) Compatibilidad Producto – Envase

El envase que se utilizará será el Polietileno de Alta Densidad, HDPE, termoplástico fabricado por polimerización del etileno, que es elaborado a partir del etano, uno de los componentes del gas natural. Es muy versátil y puede ser transformado mediante inyección, soplado, extrusión y rotomoldeado.⁹

En la actualidad es utilizado para fabricar envases para detergentes, lavandina, aceites automotores, bolsas para supermercado, cajones para pescados, gaseosas, cervezas, baldes para pinturas, helados, aceites y usos sanitarios, entre otros múltiples usos.

Su uso es muy común en los envases plásticos para bebidas alimenticias, debido a que el polietileno de alta densidad provee las características necesarias para los envases de lácteos y jugos, como ser inerte y por lo tanto no altera las características organolépticas del producto, además protege de la luz y de los rayos UV al producto.⁹ Adicionalmente es una barrera al oxígeno, lo cual es muy importante porque disminuye el uso de preservantes, para lograr una vida mas larga en el anaquel.⁹

Aparte de los beneficios antes mencionados, existen otras ventajas como son que el envase sea irrompible, resistente a bajas temperaturas, liviano e impermeable.⁹

En la Norma Técnica Ecuatoriana Leches Fermentadas Requisitos (NTE INEN 2395), no se especifica el envase requerido para los yogures, de igual manera la Norma del Codex Alimentarius para el yogur no establece el tipo de envase requerido, sin embargo establecen

que el envase debe ser aséptico y herméticamente cerrado. También se establece que debe asegurarse la adecuada conservación de la calidad del producto y no debe alterar las características organolépticas del mismo, características que son cumplidas por el envase del material HDPE.

Por otro lado, existen normas de yogur de otros países, como de Nicaragua que establecen que el material del envase, deberá ser de cartón laminado, polietileno de alta densidad o de cualquier otro material que sea inocuo aprobado por la autoridad competente.

8.7) Seguridad Alimentaria

8.7.1) Aspartame

El aspartame es una proteína dipéptida conformada por dos aminoácidos que son el Ácido L-Aspártico y la L- Fenilalanina en su forma de éster metílico. Su poder endulzante equivale a 200 veces el del azúcar, sin embargo por separado estos aminoácidos no son dulces pero su combinación si lo es.³⁴

El aspartame aporta 4 kcal por gramo, pero por su elevado poder endulzante, solo se necesita de una mínima cantidad para endulzar los alimentos y bebidas.³⁴

Este edulcorante es digerido por el cuerpo a través de enzimas esterasas y péptidasas que son las que lo metabolizan en dos aminoácidos estos son: ácido aspártico (39.5%),³⁴ fenilalanina (50%)³⁴ y en metanol (10.5%).³⁴ Estos tres componentes son comunes en la dieta del ser humano ya que están presentes en otras fuentes como en la carne, leche, frutas y verduras.

Una vez descompuestos en aminoácidos, el ácido aspártico y la fenilalanina pueden incorporarse como proteínas al organismo o pueden usarse para producir energía. El metanol

se metaboliza rápidamente en ácido fórmico y se excreta como tal en la orina o bien se metaboliza nuevamente, exhalándose en forma de dióxido de carbono y agua.³⁴

Los efectos del metanol en la salud humana dependen de la cantidad de metanol que esté presente y de la frecuencia y el tiempo de exposición.³⁵ Existen muchos casos documentados en donde se ha reportado que la ingestión de grandes cantidades de metanol ha causado la muerte.³⁵

La dosis tóxica es variable, en general las concentraciones superiores a 0,2 g/L se consideran tóxicas, cifras superiores a 0,5 g/L indican envenenamiento grave y las superiores a 0,9 g/L son potencialmente letales. Cuando las concentraciones rebasan 0,2 g/L aparecen síntomas neurológicos van desde dolores de cabeza hasta descoordinación similar a la asociada al estado de embriaguez.³⁶ Puede producir también efectos retardados como dolor abdominal severo, fuertes dolores en piernas y espalda, pérdida de visión e incluso ceguera.³⁵

Sin embargo el metanol está presente de forma natural en el ser humano, los animales y las plantas. En la alimentación diaria también esta disponible en frutas y hortalizas frescas, en los zumos de fruta y en las bebidas fermentadas³⁵ por lo que ingerir aspartame no produciría un mayor riesgo que comer los productos antes mencionados, debido a que la cantidad de metanol formada en el organismo por el uso de este edulcorante es muy inferior a la presente en los alimentos antes mencionados.³⁶

La fenilalanina, que constituye el 50% de la molécula del aspartame, es uno de los nueve aminoácidos esenciales para el ser humano debido a que es necesaria para el crecimiento y el desarrollo normal, pero el organismo no puede sintetizarla y debe ser obtenida de alimentos proteicos.³⁷

Este aminoácido debe ser declarado en los productos que contienen aspartame lo cual es un requisito exigido por las autoridades ecuatorianas³⁸, esta reglamentación se debe a la

existencia del desorden hereditario denominado “fenilcetonuria” que consiste en la inhibición del organismo en metabolizar la fenilalanina por la carencia de la enzima fenilalaninahidroxilasa.³⁷ La fenilalanina no solo es producida por el metabolismo del aspartame sino en alimentos cotidianos ricos en proteínas como carne, pescado, huevos y leche, por lo que se puede concluir que ingerir un poco más de cualquiera de los alimentos antes señalados podría tener un mayor efecto fenilcetonúrico, que ingerir una bebida endulzada con aspartame por lo que este no representa un riesgo en la salud de los seres humanos.³⁷

Más de 100 estudios de investigaciones científicas se realizaron durante 15 años antes que la FDA (Food and Drug Administration/Washington, D.C., USA) y la OMS (Organización Mundial de la Salud), aprobaran el uso de aspartame. Se han realizado estudios en niños y adultos sanos, así como individuos obesos y personas con diabetes, quienes probablemente serían consumidores, los estudios duraron hasta 27 semanas con dosis de hasta 135mg/kg/día³⁹ de aspartame en adultos sanos, adolescentes y niños sanos, individuos obesos, adultos diabéticos y demostraron que en grandes dosis el aspartame no provoca efectos adversos en la salud.³⁷

Actualmente el aspartame, ha sido aprobado por la WHO (World Health Organization, Genova, Suiza) y la JECFA/FAO (Joint Experts Committee on Food Additives/ Food and Agriculture Organizations, Roma, Italia) y agencias reguladoras en más de 105 países y por la Asociación Americana de Diabetes.³⁷

La Autoridad Europea para la Seguridad Alimentaria emitió un comunicado en el cual confirma la seguridad de utilizar y consumir aspartame.³⁷ En la actualidad existen más de 400 citas en la literatura médica universal, en todos los idiomas, entre los años 1988 y 2007 que confirman la seguridad del uso de aspartame.³⁹

El Consumo Diario Aceptable (CDA), el cual representa el nivel de aditivo que puede ser consumido por seguridad diaria durante toda una vida y es expresado en mg por cada kg de peso corporal, es de 40mg/kg/día. Esto fue establecido por el Comité Conjunto de Expertos para aditivos alimentarios de la Organización de Alimentos y Agricultura de la Organización Mundial de la Salud (JECFA/OMS).³⁷

En el yogur en desarrollo, la cantidad de aspartame usada es de 0.140g en 200g de producto, por lo que está dentro del rango establecido como consumo diario aceptable, representando ningún riesgo para la salud.

El aspartame puede ser usado en cualquier proceso de manufactura de bebidas, para esta aplicación, se encuentra disponible en dos presentaciones polvo y granulado. Ambas se pueden emplear en procesos batch, la única diferencia es que el aspartame granulado presenta un tamaño de partícula entre 20 a 80 mesh, mientras que la presentación del aspartame en polvo es de 200 mesh.⁴⁰

Cuando se formulan bebidas con aspartame, los factores más importantes a considerar son el pH y la temperatura. Generalmente, el aspartame se disuelve más rápido en medios ácidos y a temperatura ambiente (10-21°C). La estabilidad máxima es observable en pH 4.2-4.3, independiente de la temperatura,³⁹ por lo que se puede utilizar en el yogur sabor a frutilla, dado que el pH del yogur oscila entre 4 - 4.4 por lo que se encuentra dentro del rango.

La Norma Técnica Ecuatoriana Aditivos Alimentarios Permitidos Para el Consumo Humano (NTE INEN2074:96), regula el uso y consumo de aspartame en productos alimenticios, incluidos productos lácteos como el yogur. En esta norma no se expone una dosis máxima de

aspartame, sin embargo se establece que la limitación del uso del aspartame está regida según las BPM, las cuales están expuestas en la misma norma en el numeral 5.2.1.

Estudios del aspartame indican que resiste bien las temperaturas menores a 100°C y es muy estable en alimentos congelados. Sin embargo no se recomienda utilizarlo en preparaciones que deban cocinarse durante un tiempo prolongado, ya que no resiste eficientemente las temperaturas por encima de 120-140°C se desnaturaliza (con formación de diketopiperacina), perdiendo su dulzor y produciendo un sabor amargo.⁴¹

La norma ecuatoriana (NTE INEN 2074:96) especifica que el aspartame debe ser añadido después de la pasteurización y fermentación por lo que en el proceso de elaboración de este producto deberá ser agregado en la etapa del proceso de batido del yogur.

8.7.2) Coenzima Q₁₀

La coenzima Q₁₀ conocida también como ubiquinona, vitamina Q₁₀ o benzoquinona entre otras, es producida por el cuerpo humano debido a que es requerida para el funcionamiento básico de las células.⁴² Esta coenzima fue descubierta en el año de 1957 por parte del Dr. Fred Crane de la Universidad de Wisconsin en el marco de estudios de células cardíacas estructurales, el descubrió que la coenzima Q₁₀, era la responsable de generar el 95% de la energía que produce el cuerpo humano.⁴²

La coenzima Q₁₀ es un sustancia natural que está en todas las células del cuerpo humano, su función está en el proceso de producción de energía transformando los alimentos ingeridos en ATP, que es la energía que necesita el cuerpo para funcionar.⁴² La coenzima Q₁₀, es una

parte importante en la cadena de generación de energía, sin esta no se podría formar el ATP.⁴²

Diversos estudios han mostrado que la coenzima Q₁₀ inhibe la lipoxidación, previniendo la oxidación de las proteínas y del ADN, preservando los antioxidantes de la lipoproteína y actuando conjuntamente con los tocoferoles y la vitamina C.⁴³

Otra función de la coenzima Q₁₀ es que actúa como antioxidante de los radicales libres que se generan en la piel luego de la exposición a la radiación ultravioleta del sol, estos radicales libres son moléculas que atacan a las sustancias que forman parte de la célula destruyéndolas y provocando el envejecimiento prematuro de las estructuras esenciales de los tejidos.⁴²

La piel humana es un órgano muy complejo que requiere para sus funciones un adecuado aporte de sustancias nutritivas y oxígeno, estas sustancias llegan por los pequeños vasos sanguíneos de la dermis, pero primero deben ser convertidos en energía para ser utilizadas por las células de la piel.⁴² Este proceso se efectúa en una estructura celular la cual necesita la coenzima Q₁₀, sin esta coenzima las células de la piel no podrían dividirse ni fabricar sustancias de sostén de la piel como las fibras de colágeno o los mucopolisacáridos que mantiene la piel tersa y elástica, estas funciones son tan importantes que le valieron el premio Nobel de Química a su descubridor el Dr. Peter Mitchell en el año de 1978.⁴²

El cuerpo humano produce los niveles de coenzima Q₁₀ que necesita para que las células se reproduzcan y actúen. Pero a medida que los seres humanos envejecen, el cuerpo limita la producción de esta coenzima. No se sabe exactamente como el cuerpo limita la producción pero a medida que los seres humanos envejecen, esto sucede a partir de los 20 años y con mayor intensidad luego de los 40 años, la capacidad de reponer la coenzima Q₁₀ se va perdiendo. Esta situación se empeora más cuando la dieta que se ingiere contiene poca

cantidad de esta sustancia, como en las dietas para adelgazar, disminuir colesterol, el ácido úrico o los lípidos de la sangre.⁴²

Los científicos han calculado que si los niveles de la coenzima disminuyen comienzan muchos problemas de la salud incluidos la alta presión sanguínea, ataques al corazón pérdida de energía y envejecimiento.⁴⁴

La coenzima Q₁₀ es aportada al organismo por algunos alimentos como las carnes rojas, las sardinas, cacahuate, los aceites de maní y soja. Generalmente se obtiene en carnes rojas, alrededor de 1-3mg en 100 g; se encuentra en el corazón, hígado y riñón. Debido a que estos tipos de carne no son consumidos muy frecuentemente y si se consumen es en bajas cantidades, la cantidad de coenzima Q₁₀ que se adquiere a través de la dieta diaria es muy baja. Las frutas y vegetales contienen mínimas cantidades de esta coenzima por lo que los vegetarianos prácticamente no la obtienen de sus alimentos.⁴⁴

La recomendación de ingesta diaria no ha sido definida, sin embargo algunos estudios recomiendan de 30-300 mg al día, frecuentemente dividida en 2-3 dosis.⁴⁴ En otros estudios se ha recomendado una dosis de 30-90 mg/día y otros investigadores que se enfocan en enfermedades cardíacas recomiendan una ingesta de 90-150 mg/día.⁴⁵

La coenzima Q₁₀ es soluble en grasa y podría absorberse mejor cuando se toma en forma de gel con base en aceite suave en vez de una forma seca tal como tabletas y cápsulas.⁴⁶

En esta tesis la coenzima Q₁₀ utilizada para la elaboración de yogur en desarrollo, es de grado USP (United States Pharmacopeia) el cual contiene 99% de coenzima Q₁₀ que es soluble en agua. Se utilizó 61.8 mg en 200 g de producto, por lo que está dentro del rango de la dosis diaria recomendada, que oscila entre 30-90 mg al día.

Ver Anexo de Fichas Técnica de la coenzima Q₁₀ e el Anexo #2.

La Administración de Drogas y Alimentos de EE.UU (FDA), no ha regulado el uso de la misma debido a que este organismo no regula las hierbas y suplementos de manera estricta⁴⁷, sin embargo se han realizado estudios por un año los cuales demuestran que la coenzima Q₁₀ no presenta efectos secundarios,⁴⁷ pero existen ciertas restricciones para su uso, especialmente para las personas con enfermedad cardíaca grave, ya que dos estudios sugieren que la coenzima Q₁₀ podría reducir los niveles de azúcar en la sangre en personas con diabetes⁴⁷. Mientras que esto probablemente podría ser potencialmente de provecho para el tratamiento de la diabetes, también podría presentar un riesgo. Los diabéticos que utilizan coenzima Q₁₀ sin querer podrían bajar sus niveles de azúcar en una forma peligrosa. Se recomienda precaución en los pacientes con diabetes y en aquellos que toman drogas, hierbas o suplementos que afectan el azúcar en la sangre. Sin embargo, otra prueba en personas con diabetes no encontró un efecto sobre el control de azúcar.⁴⁷

Las dosis máximas seguras para los niños pequeños, mujeres embarazadas, mujeres que amamantan, aquellos con enfermedad renal o hepática grave, no se han determinado.⁴⁷

En cuanto a alergias, varias investigaciones han demostrado que pueden ocurrir reacciones con los suplementos que la contienen, ya que se han reportado brotes.⁴⁷

En cuanto a efectos secundarios y advertencias existen pocos reportes de efectos secundarios serios con su uso. Los efectos secundarios son leves y cortos los cuales paran sin necesidad de tratamiento. Las reacciones pueden incluir náusea, vomito, malestar estomacal, acidez, diarrea, pérdida del apetito, insomnio, dolor de cabeza, mareo, picor, irritabilidad, incremento de sensibilidad a la luz en los ojos, fatiga, síntomas similares a los experimentados con la gripe.⁴⁷

La coenzima Q₁₀ puede bajar la presión arterial y puede causar efectos adicionales de otras drogas que bajan la presión arterial, además puede interactuar con los medicamentos antirretrovirales o antivirales.⁴⁷

En base a investigaciones en humanos, varias drogas pueden reducir los niveles naturales de coenzima Q₁₀ en el cuerpo.

En el Ecuador no existen normas que establezcan el uso de coenzima Q₁₀, en la Norma Técnica Ecuatoriana Aditivos Alimentarios Permitidos para el Consumo Humano (NTE INEN2074:96), no hace mención al uso de hierbas o suplementos en productos alimenticios.

8.7.3) Colorante Rojo Carmín (E120)

El carmín de cochinilla o simplemente carmín (E120) es un colorante rojo, que es obtenido de manera natural mediante las hembras desecadas del insecto *Dactylopius Coccus Costa* (cochinilla). El proceso de obtención del carmín a partir de estos insectos consiste básicamente en extracción acuosa, filtrado, precipitación, secado, molido y esterilización, siendo finalmente envasado; el extracto de cochinilla es la solución concentrada que queda después de que se elimine el alcohol de un extracto acuoso-alcohólico de insectos de cochinilla.⁴⁸

El carmín es un polvo hidrosoluble compuesto por ácido carmínico en un sustrato de hidróxido de aluminio. Este polvo contiene aproximadamente un 50% de ácido carmínico que es el agente responsable del color y también contiene alrededor de un 20% de material proteico proveniente de las cochinillas.⁴⁸

El carmín es uno de los colorantes rojos más utilizados en la industria alimenticia, su principal uso es en la industria láctea, en la elaboración de productos como el yogur y los helados, también es utilizado en otros productos como gelatinas y mermeladas; sopas y salsas; productos de la panificación; bebidas alcohólicas con bajo pH y jugos. Además es utilizado en la industria cárnica principalmente en la de cerdo para darle a la carne de éste animal un color rojo rosáceo y a las hamburguesas una tonalidad anaranjada.⁴⁸

El colorante rojo carmín está aprobado por la FDA, que permite su uso en los alimentos en general. El límite de la cantidad utilizada depende de las regulaciones conocidas como las BPM, las cuales especifican que se puede utilizar la cantidad únicamente necesaria para alcanzar el efecto deseado.⁴⁹

En la Unión Europea, el Rojo Carmín y el extracto de cochinilla deben etiquetarse como E120, en normas internacionales se conoce como colorante rojo natural N° 4. No está establecida una dosis máxima, pero el Codex Alimentarius establece una dosis máxima de 20 mg/Kg.

La OMS (Organización Mundial de la Salud) ha establecido un límite de consumo diario de 5 mg/Kg/día.⁴⁸

En la elaboración del yogur en desarrollo se utilizó 0.016g en 200g de producto, por lo que está dentro del rango establecido.

En cuanto a efectos secundarios producidos por el rojo carmín, se han realizado estudios que demuestran con mayor frecuencia casos de reacciones alérgicas (urticaria, angioedema y anafilaxia) causadas por ingestión de alimentos coloreados por rojo carmín.⁴⁸

Este colorante puede causar reacciones de hipersensibilidad inmediata, a veces muy graves, en concentraciones que se encuentran habitualmente en alimentos, bebidas y cosméticos, la

posibilidad de alergia a este colorante debe sospecharse en pacientes que presenten urticaria, con o sin angioedema, o anafilaxia tras la ingestión o el uso de productos coloreados artificialmente.⁴⁸

El primer caso de reacción anafiláctica causada por el consumo de un yogur coloreado con carmín en un paciente que tenía pruebas cutáneas positivas con un extracto de carmín y con el propio yogur.⁵⁰ Estimaron que la cantidad ingerida por el paciente había sido de aproximadamente 1,3 mg. Posteriormente, publicaron el caso de una paciente que había presentado un episodio de anafilaxia tras la ingestión de un helado que contenía carmín. Las pruebas cutáneas resultaron positivas con extracto de rojo carmín.⁵⁰

A pesar de existir estos estudios científicos no se ha limitado el uso de rojo carmín en alimentos por alguna instancia reguladora de alimentos. En las normas ecuatorianas se permite el uso del rojo carmín en yogures aromatizados y en productos de yogur tratados térmicamente después de la fermentación. El IDA (Ingesta Diaria Admisible) contemplado en la normas ecuatorianas es de 0-2.5 mg/Kg.⁴⁴

8.7.4) Sorbato de Potasio (E202)

El sorbato de potasio es una sal del ácido sórbico, tienen una actividad inhibidora en el desarrollo de hongos, levaduras y de un amplio espectro de bacterias.⁴⁵ El mecanismo de acción bacteriostática del sorbato es desconocido y no se ha observado desarrollo significativo de resistencia microbiana al mismo.⁵¹

Las dosis y niveles requeridos varían de acuerdo al producto a conservar, del pH y de la humedad, siendo lo más importante el pH, cuanto más bajo es este, es decir, más ácido es

un alimento, tanto más efectivos resultan los productos conservantes y por consiguiente, menor cantidad se requiere de éstos. Debido a que el principio activo es el ácido sórbico no disociado su efectividad se asocia al pK del mismo, obteniendo la máxima efectividad en productos con pH superior a 4,0 e inferior a 6,5.⁵¹ Esto sucede debido a que el ácido sórbico es capaz de desarrollar su acción dentro de las células de los microorganismos y para poder penetrar a través de la pared de celular, necesita un pH de 3,5 en el cual el 40% del ácido sórbico disponible entra en el interior de la célula, mientras que el punto neutro el 99% del ácido sórbico es intracelular.⁵²

Para que el ácido sórbico y los sorbatos actúen satisfactoriamente, es imprescindible dispersarlos homogéneamente en los productos comestibles, lo cual se logra fácilmente en la práctica por amasado, agitación o bombeado en condiciones energéticas⁵¹, por esta razón el sorbato de potasio se agrega durante el proceso de enfriamiento, además en el batido del yogur se logra una mayor homogenización. El ácido sórbico y sus sales resisten altas temperaturas, pero hay que tener en cuenta, que pueden evaporarse con el vapor de agua cuando se hierven durante mucho tiempo en recipientes abiertos⁵¹, lo cual no sucede en el proceso de elaboración del producto en desarrollo, debido a que el sorbato de potasio se agrega después del proceso de pasteurización, además el proceso de elaboración se realiza en yocuterías, las cuales tienen tapas y son herméticamente cerradas.

El sorbato de potasio se encuentra en la lista positiva de aditivos de la FDA y está aprobado por la Comunidad Económica Europea (CEE).⁵³ La ingestión de ácido sórbico y sus sales no implica ningún riesgo para la salud, es metabolizado y asimilado por el organismo como ácido graso.⁵³ Su IDA se ha establecido en 0-25 mg por Kg de peso corporal día.⁴⁴

El Codex Alimentarius permite el uso del ácido sórbico y sus sales de sodio, potasio y calcio en el yogur con frutas en una dosis máxima de 50 mg/Kg en el producto final.⁵⁴

En las leyes ecuatorianas es aceptado el uso de de sorbato de potasio para yogures adicionados de fruta, la dosis máxima establecida es 300mg/Kg.³⁸

En la elaboración del yogur en desarrollo, se está utilizando 0.0206g en 200g de producto, por lo que analizando los rango expuestos anteriormente, los cuales han sido establecidos por las instancias reguladoras de alimentos, la cantidad de sorbato utilizada para la elaboración de este producto se encuentra en una dosis aceptada.

8.7.5) Saborizante de Sabor a Frutilla

El saborizante utilizado es el frutilla # 6470, tiene aroma y sabor característico a frutilla, su principal componente es el propilenglicol, el cual ha sido considerado como Generalmente Reconocido como Seguro, GRAS por sus siglas en inglés, para uso en la industria alimenticia, cosmética y en medicinas por la FDA.

El propilenglicol se metaboliza en [ácido láctico](#), que ocurre naturalmente en los músculos ejercitados. La inocuidad del saborizante está avalizada, porque sus componentes están incluidos en el listado IOFI (Internacional Organization of Flavor Industries), CAA y reglamentación del MERCOSUR. Ver Anexo de Fichas Técnicas de Saborizante Anexo #2.

En la Norma Técnica de Requisitos de Leche Fermentadas (NTE INEN 2395) se establece que están permitidos los aromatizantes expuestos en la Tabla #10 de la Norma Técnica de Aditivos Alimentarios Permitidos para el Consumo Humano (NTE INEN 2074:96), en la cual se permite el uso de sustancias aromatizadas artificiales para yogures aromatizados. No se expone una dosis máxima, pero se establece que la dosis máxima esta regida según las BPM, las cuales están expuestas en la misma norma (NTE INEN 2074:96) en el numeral 5.2.1.

En la elaboración del yogur con sabor a frutilla, se utilizó 0.016g en 200g de producto, lo cual indica su correcto uso.

8.7.6) Estabilizante Provimel FM 602

Es una mezcla de goma Agar-Agar estandarizado con dextrosa. Ver Anexo de Fichas Técnicas del Estabilizante Provimel FM 602 Anexo #2.

La Goma Agar está formada por la mezcla de dos tipos de polisacáridos, la agarosa y la agarpectina. La agarosa es el componente principal que representa alrededor del 70% del total. Tanto la agarosa como la agarpectina tienen la misma estructura básica, estas sustancias son indigeribles y constituyen el 94,80% de fibra de tipo soluble.⁵⁵

Esta goma es un hidrocoloíde completamente soluble en agua a 100°C, se puede disolver a bajas temperaturas, no aporta aroma y carece de color. Es un poderoso agente gelificante.⁵⁵ Su temperatura de gelificación está entre 35°C y 40°C resultando un gel fuerte, claro y termorreversible que solo se liquidifica a una temperatura de 85°C; presenta una capacidad espesante muy elevada hasta ocho veces mayor que las gelatinas animales.⁵⁵

La goma agar aporta un número bajo calorías por lo que puede presentar efectos beneficiosos como complemento dietético sobre el organismo humano, por tratarse de una fibra soluble, no absorbible, además posee una gran capacidad de retención de agua y de formación de geles lo que facilita la evacuación intestinal, por lo que se lo considera un laxante suave. Al mismo tiempo dificulta la reabsorción de colesterol y toxinas en el colon.⁵⁵

La dextrosa denominada también glucosa en polvo, es un monosacárido que se obtiene a partir de la hidrólisis enzimática de almidón de cereales generalmente trigo o maíz. Es una forma de azúcar que se encuentra libre en las frutas y en la miel.⁵⁶ Es el compuesto orgánico más abundante de la naturaleza, convirtiéndose así en la fuente primaria de síntesis de energía de las células, mediante su oxidación catabólica.⁵⁶

Es un hidrato de carbono simple (d-glucosa) lo que lo hace de fácil digestión y asimilación rápida en el metabolismo.⁵⁶ En el organismo se metaboliza a dióxido de carbono y agua.⁵⁶

La Dextrosa no tiene riesgo para la salud, ni límites establecidos por las regulaciones alimentarias.⁵⁶

En la industria alimenticia tiene muchas aplicaciones especialmente en la confitería, ya que ofrece en el producto grandes beneficios como mayor resistencia a cambios de humedad y temperatura es decir una mayor vida de anaquel.⁵⁶

La goma Agar está aprobada por el Codex Alimentarius, el cual ha establecido una dosis máxima de 5g/Kg sola o mezcladas.⁵⁴ En cuanto a las normas ecuatorianas, la Norma Técnica Ecuatoriana de Requisitos de Leches Fermentadas (NTE INEN2395), permite el uso de Agar en el yogur con un límite máximo de 2500 mg/Kg solos o mezclados, de igual manera en la Norma Técnica de Aditivos Alimentarios Permitidos para el consumo Humano (NTE INEN 2074:96) permite el uso de de la goma Agar-Agar en alimentos listos para consumo siempre que no exceda la cantidad de 2500mg/Kg.

En el yogur en desarrollo se utilizó 0.0825g en 200g de producto por lo que se está cumpliendo con los rangos establecidos por las instancias reguladores de alimentos expuestos en el párrafo anterior.

8.7.7) Fosfato Tricálcico (E 341)

El fosfato tricálcico es una sal cálcica del ácido fosfórico, el cual es un constituyente normal del cuerpo.⁵⁷ Es conocido como el calcio del hueso, debido a que en el organismo se encuentra en forma de hidroxiapatita, que es el principal componente inorgánico del hueso de los vertebrados; por lo que no requiere transformarse en compuesto alguno, asegurando así una máxima biodisponibilidad y osteodisponibilidad.⁵⁷ Otras sales de calcio deben transformarse primero en hidroxiapatita, lo que reduce su biodisponibilidad y su afinidad para formar parte del hueso.

El fosfato tricálcico se absorbe muy bien en el tracto gastrointestinal, la presencia de fósforo mejora la absorción del calcio ya que reduce la excreción renal, mejorando así la biodisponibilidad del calcio. Está clasificado por la FDA, como un producto GRAS, la cantidad utilizada está determinada según las BPM, que especifican que se puede utilizar la cantidad únicamente necesaria para alcanzar el efecto deseado.⁵⁷

El fosfato tricálcico también conocido como ortofosfato monocalcico, es aceptado por el Codex Alimentarius y la JECFA (Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios), los cuales no han establecido una cantidad máxima de uso en la fortificación de alimentos.

En la Norma Técnica Ecuatoriana de Aditivos Alimentarios permitidos para Consumo Humano (NTE INEN 2074:96) se permite el uso de fosfato tricálcico para los alimentos en general, no se establece una dosis máxima, pero se establece que los niveles no deberán exceder de las BPM, las cuales se encuentran establecidas en el numeral 5.2.1 de la norma ((NTE INEN 2074:96)

En el yogur en desarrollo se está utilizando 824,9 mg de fosfato tricálcico en 200g de producto. Considerando que el fosfato tricálcico tiene entre 34-38% de Calcio, de acuerdo a su ficha técnica, lo que representa en cada unidad del yogur una cantidad entre 280,46 y 313.46 mg de calcio, por lo que se está brindando un elevado contenido de calcio.

La ficha técnica del fosfato tricálcico se encuentra en el Anexo #2.

IX) PLAN HACCP

9.1) Análisis de peligros

9.1.1) Lista de peligros

9.1.1.1) Recepción de materia prima

En esta etapa del proceso se evalúa los posibles peligros y contaminantes con los que puede ingresar la materia prima a la planta de procesamiento. De ahí que en la recepción de materia prima encontramos los siguientes peligros:

- Físicos: sólidos en la leche, en el estabilizante (Provimel FM 602), edulcorante (aspartame), fosfato tricálcico, sorbato de potasio y mermelada de frutilla.
- Químicos: el estabilizante (Provimel FM 602), edulcorante (aspartame), fosfato tricálcico, sorbato de potasio pueden estar contaminados con químicos peligrosos (hidrocarburos, químicos de limpieza y desinfección, etc.). La leche puede estar contaminada con antibióticos.
- Biológicos: Leche contaminada con *Brucelia*, *Mycobacterium Boris*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Campilobacter*, *Yersinia enterocolitica*.⁵⁸ Debido a que el estabilizante (Provimel FM 602) tienen una humedad máxima al 9%, el peligro más importante es la presencia de micotoxinas como aflatoxinas, ocratoxinas y fumosinas.⁵² En la mermelada de frutilla los peligros más importante son *Hongos*, *E. Coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*.⁵⁹

9.1.1.2) Pruebas de Plataforma (Pruebas de control de calidad de la leche)

- Físicos: piezas de instrumentos de los utensilios utilizados.

- Químicos: residuos de detergentes, sustancias de limpieza y desinfección en los materiales utilizados para los análisis. Contaminación con alcohol a la leche.
- Biológico: ninguno inherente en esta etapa.

9.1.1.3) Filtración de la leche

- Físicos: que exista orificios en la malla filtradora, que permitan el paso de sólidos.
- Químicos: la malla filtradora puede estar contaminada con residuos de detergentes, sustancias de limpieza y desinfección.
- Biológicos: introducción de contaminación por una limpieza previa deficiente de la malla filtradora.

9.1.1.4) Pesado de materia prima

- Físicos: piezas de instrumentos y de utensilios inadecuados.
- Químicos: residuos de detergentes, sustancias de limpieza y desinfección en los instrumentos de pesaje.
- Biológicos: ya que las materias primas (excepto leche) podrían entrar en contacto con las manos, pueden introducirse patógenos, especialmente *Staphylococcus aureus*,⁶⁰ por mala higiene del personal.

9.1.1.5) Calentamiento

Este proceso es realizado en yocuteras que son marmitas de doble fondo con una capacidad de 1200 L, la leche es recibida por tuberías. Este proceso se realiza para pre-calentar la leche a una temperatura de 45-55 °C.

- Físicos: ninguno inherente a esta etapa

- Químicos: residuos de detergentes, sustancias de limpieza y desinfección en la yocutera o en las tuberías de transporte de la leche.
- Biológicos: introducción de contaminación por una limpieza previa deficiente. Proliferación de microorganismos, especialmente *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus*, debido a que la temperatura de la leche está a 44 °C, y las temperaturas óptimas de crecimiento de los microorganismo antes mencionados oscilan entre los 44 a 48 °C.⁶¹

9.1.1.6) Estandarización

Este proceso es realizado en una centrifugadora con el fin de normalizar la cantidad de grasa y de sólidos. Para esta operación la leche debe estar a una temperatura de 45 °C aproximadamente. La leche es transportada por medio de tuberías cerradas.

- Físicos: ninguno inherente a esta etapa
- Químicos: residuos de detergentes, sustancias de limpieza y desinfección en la descremadora o en las tuberías de transporte.
- Biológicos: introducción de contaminación por una limpieza previa deficiente. Si el tiempo de proceso es excesivo se podría dar una proliferación de microorganismos, especialmente aeróbicos como *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus*, debido a que leche se encuentra a una temperatura de 44 °C y la temperatura óptima de crecimiento de estos microorganismos oscila hasta los 48 °C.⁶¹

9.1.1.7) Adición del Estabilizante (Provimel FM 602)

Se añade el estabilizante Provimel FM 602 debido a que alcanza su mayor disolución a 90°C. La ficha técnica de este producto se encuentra en el Anexo #2.

- Físicos: impurezas de pedazos de funda del Estabilizante.

- Químicos: residuos de detergentes, sustancias de limpieza y desinfección en las piezas utilizadas para añadir el estabilizante.
- Biológicos: introducción de contaminación por una limpieza previa deficiente de los utensilios utilizados.

9.1.1.8) Pasteurización

Se realiza en una yocutera, la leche es transportada desde las centrifugadoras hasta la yocutera por medio de tuberías.

- Físicos: ninguno inherente a esta etapa.
- Químicos: residuos de detergentes y sustancias de limpieza y desinfección en las yocuteras o en las tuberías de transporte.
- Biológicos: si no se llegara a una combinación de tiempo y temperatura de 90 °C por cinco minutos³³ y si existiese un enfriamiento posterior ineficiente, existe el riesgo de una disminución insuficiente de carga microbiana la cual en procesos posteriores puede originar una proliferación mayor de microorganismos patógenos.

9.1.1.9) Enfriamiento

El enfriamiento se realizó en la yocutera, que es un equipo de acero inoxidable de doble fondo y consiste en inyectar agua fría en la camisa hasta que la leche llegue a una temperatura de 42°C.

- Físicos: ninguno inherente a esta etapa
- Químicos: ninguno inherente a esta etapa
- Biológicos: ninguno inherente a esta etapa.

9.1.1.10) Adición del Conservante

La adición del conservante y se realiza cuando la leche llegue a una temperatura de 65°C.

- Físicos: impurezas de pedazos de funda de conservante.
- Químicos: residuos de detergentes, sustancias de limpieza y desinfección en las piezas utilizadas para añadir el conservante.
- Biológicos: introducción de contaminación por una limpieza previa deficiente de los utensilios utilizados.

9.1.1.11) Adición del Fosfato Tricálcico

La adición del fosfato tricálcico se realiza cuando la leche llegue a una temperatura de 45 °C.

- Físicos: impurezas de pedazos de funda del Fosfato Tricálcico.
- Químicos: residuos de detergentes, sustancias de limpieza y desinfección en las piezas utilizadas para añadir el Fosfato Tricálcico.
- Biológicos: introducción de contaminación por una limpieza previa deficiente de los utensilios utilizados.

9.1.1.12) Inoculación

Adición del fermento láctico:

La adición del inóculo se realiza cuando la leche llegue a una temperatura de 44 °C.

- Físicos: impurezas de pedazos de funda del fermento.
- Químicos: residuos de detergentes, sustancias de limpieza y desinfección en las piezas utilizadas para añadir el fermento
- Biológicos: introducción de contaminación por una limpieza previa deficiente de los utensilios utilizados.

9.1.1.13) Incubación

Esta etapa del proceso consiste en la incubación del cultivo, a una temperatura constante de 42 °C, que puede variar ligeramente. Este proceso dura aproximadamente 5-6 horas. Cabe mencionar que si la incubación no es la adecuada afectaría a la calidad mas no significaría un riesgo microbiológico.

- Físicos: no existe peligro inherente en esta etapa.
- Químicos: no existe peligro inherente en esta etapa.
- Biológicos: introducción de contaminación por una limpieza previa deficiente. Si el tiempo de proceso es excesivo se podría dar una proliferación de microorganismos, especialmente aeróbicos como *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus*, *Shigella*, *Staphilococcus aureus*, debido a que la leche se encuentra a una temperatura de 42°C aproximadamente y la temperatura óptima de crecimiento de estos microorganismos oscila hasta los 48 °C.⁶¹

9.1.1.14) Prueba de Control de la Acidez

Esta etapa del proceso se extrae de la yocutera 10 mL de yogur con una pipeta. Este yogur es medido en un acidímetro para verificar que el yogur tenga los grados Dormic y así proceder a cortar la incubación. Los grados Dormic expresan el contenido de ácido láctico, es decir es el número de décimas de mL de Na(OH) necesario para neutralizar 10 mL de leche en presencia de un indicador.⁶¹

- Físicos: ninguno inherente en esta etapa.
- Químicos: sustancias de limpieza y desinfección en la pipeta utilizada.
- Biológicos: introducción de contaminación por una limpieza previa deficiente de la pipeta utilizada.

9.1.1.15) Batido

El batido se realiza en una yocutera por un período de 15-20 minutos. En esta etapa ingresa la Coenzima Q₁₀, la mermelada, saborizante, Aspartame y el colorante.

- Físicos: impureza de pedazos de funda de las materias primas que ingresan.
- Químicos: residuos de detergentes, sustancias de limpieza y desinfección en las piezas utilizadas para añadir materias primas.
- Biológicos: introducción de contaminación por una limpieza previa deficiente de los utensilios utilizados.

9.1.1.16) Envasado y Etiquetado

- Físicos: pedazos de los envases plásticos.
- Químicos: residuos de detergentes y sustancias de limpieza y desinfección.
- Biológicos: introducción de contaminación por una limpieza previa deficiente.

9.1.1.17) Detector de Metales

- Físicos: la falta de mantenimiento y calibración podría provocar el mal funcionamiento del equipo y la contaminación del producto con objetos metálicos.
- Químicos: ninguno inherente a esta etapa.
- Biológicos: ninguno inherente a esta etapa.

9.1.1.18) Almacenamiento en refrigeración

- Físicos: ninguno inherente a esta etapa
- Químicos: ninguno inherente a esta etapa
- Biológicos: crecimiento y proliferación de hongos, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* si no se mantiene la cadena de frío.⁵⁵

9.2) Evaluación de Peligros

De acuerdo a la matriz de riesgo, presentada a continuación, se elaboró en la Tabla # 17 cada paso del proceso para poder determinar el nivel de riesgo que representa.

Tabla #18.- Matriz de Riesgo

| Probabilidad de Ocurrencia | Rango de Severidad | | | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------|-----------------|---------------|---------------|
| | Catastrófico (5) | Crítico/Serio (4) | Moderado (3) | Ligero (2) | Mínimo (1) |
| Improbable (1) | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Remoto (2) | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 |
| Ocasional (3) | 15 | 12 | 9 | 6 | 3 |
| Frecuente (4) | 20 | 16 | 12 | 8 | 4 |

El análisis de cada etapa del proceso se encuentra en el Anexo # 6.

La asignación de los valores de ocurrencia y severidad fue basada en el análisis de cada etapa del proceso y en la experiencia práctica de la empresa INLACSA.

9.3) Determinación de PCC's

9.3.1) Árbol de decisiones

Basados en las preguntas del árbol de decisiones, las cuales se encuentran detalladas en el Anexo #6 se elaboró la siguiente Tabla #18 con los resultados de las mismas:

Tabla #19.- Preguntas del Árbol de Decisiones en cada etapa del proceso

| Etapa del Proceso | Pregunta #1 | Pregunta #2 | Pregunta #3 | Pregunta #4 | Punto Critico |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| Recepción de M. P. | SI | NO | NO | ----- | ----- |
| Pruebas de Plataforma | SI | NO | NO | ----- | ----- |
| Filtración | SI | NO | ----- | ----- | ----- |
| Pesado de Materia Prima. | SI | NO | SI | SI | ----- |
| Calentamiento | SI | NO | SI | SI | ----- |
| Adición Aspartame y Estabilizante | SI | NO | SI | SI | ----- |
| Estandarización | SI | NO | SI | SI | ----- |
| Pasteurización | SI | SI | ----- | ----- | PCC ₁ |
| Enfriamiento | SI | NO | SI | SI | ----- |
| Adición de Conservantes | SI | NO | SI | SI | ----- |
| Adición de Cloruro de Calcio | SI | NO | SI | SI | ----- |
| Inoculación | SI | NO | SI | SI | ----- |
| Incubación | SI | NO | SI | SI | ----- |
| Prueba de Control de Acidez | SI | NO | SI | SI | ----- |

| | | | | | |
|-----------------------|----|----|-------|-------|------------------|
| Batido | SI | NO | SI | SI | ----- |
| Envasado y Etiquetado | SI | SI | SI | SI | ----- |
| Detector de Metales | SI | SI | ----- | ----- | PCC ₂ |
| Almacenado | SI | NO | SI | SI | ----- |

9.3.2) Determinación de Límites Críticos

Tabla #20.- Descripción de Límites Críticos

| PCC | Límite Crítico | Justificativo |
|------------------|--|---|
| PCC ₁ | 62-65°C durante 30 minutos ⁵⁶ | Este tratamiento es el establecido en la norma Técnica Ecuatoriana Leche Pasteurizada Requisitos, para la pasteurización de la leche. ⁵⁶ Mediante este tratamiento térmico los gérmenes patógenos y una proporción adecuada de gérmenes banales que son capaces de provocar alteraciones físico-químicas en la leche son destruidos. ⁵⁶ |
| PCC ₂ | Mal Funcionamiento del detector de metales | Si el detector de metales no esta funcionando el producto podría estar en riesgo de un peligro físico debido a que una pieza de metal de cualquier |

| | | |
|--|--|---|
| | | máquina o utensilio puede caer en el producto y no ser detectado. |
|--|--|---|

9.3.3) Procedimiento de Monitoreo

Tabla #21.- Descripción del procedimiento de Monitoreo

| PPC | Que | Donde | Como | Cuando | Quien |
|------------------|--|-------------------------------|--|---------------|---------------------------|
| PCC ₁ | Temperatura y tiempos óptimos de pasteurización. | En el pasteurizador de Placas | Mediante los controles digitales del equipo. | En cada lote. | El jefe de operaciones. |
| | Realizar la prueba de la fosfatasa. | En el laboratorio. | Mediante el método del Ensayo de la Fosfatasa. | En cada lote. | Laboratorista. |
| PCC ₂ | Mantenimiento Preventivo. | Detector de metales. | Mediante un Proceso de Mantenimiento continuo. | En cada lote. | El jefe de mantenimiento. |

9.4) Establecimientos de acciones correctivas

9.4.1) PCC₁

Acciones inmediatas:

- Solo en aquellos casos en que la pasteurización haya sido insuficiente se deberá desechar el producto.

Acciones Preventivas:

- El diseño y el funcionamiento del equipo pasteurizador debe asegurar que el tratamiento sea homogéneo en todo el producto.
- Mantenimiento de la relación de los parámetros, temperatura que debe alcanzarse y el tiempo de exposición del producto al tratamiento del calor, para conseguir los efectos deseados.
- Mantenimiento del equipo limpio y en buen estado según procedimiento y periodicidad establecidos en las BPM.

9.4.2) PCC₂

Acciones inmediatas:

- Solo en aquellos casos en que el detector de metales no este funcionando o tenga problemas de calibración, se deberá someter otra vez al producto en el detector de metales una vez que este en su correcto funcionamiento.

Acciones Preventivas:

- Mantenimiento del equipo limpio y en buen estado según procedimiento y periodicidad establecidos en las BPM.

9.5) Verificación

La verificación de los programas de pre-requisitos y del plan HACCP en general se realizara cada 3 meses por el equipo HACCP de la empresa. Cabe recalcar que se realizara una auditoría externa cada año.

X) DOCUMENTACIÓN

10.1) Especificaciones de materias primas

10.1.1) Leche Cruda

Es la principal materia prima de este producto por lo tanto deberá cumplir las siguientes especificaciones entre otras, expuestas en la Norma Técnica Ecuatoriana “Leche Cruda Requisitos Tercera Revisión 2003” (*NTE INEN 9*) la cual se encuentra ubicada en el Anexo #1.

- No deberá contener sustancias ajenas o extrañas a la naturaleza del producto, estas pueden ser: sustancias conservantes (formaldehído, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio), adulterantes (harinas y almidones, sacarosa, cloruros), neutralizantes, colorantes y antibióticos.
- No podrá ser procesada si contiene calostro, sangre o ha sido obtenida en el periodo comprendido entre 12 días anteriores y los 10 días siguientes al parto.

Los requisitos organolépticos y físico-químicos de la leche cruda se encuentran en el Anexo # 1, así como la clasificación de la leche cruda de acuerdo al TRAM o al contenido de microorganismos.

10.1.2) Leche Entera Pasteurizada

La leche entera pasteurizada debe cumplir con los siguientes requisitos físicos-químicos, microbiológicos y con los parámetros de tiempos y temperaturas expuestos en la Norma Técnica Ecuatoriana Requisitos de la Leche Pasteurizada Tercera Revisión 2003” (INEN 10). La cual se encuentra ubicada en el Anexo #1.

Los parámetros de tiempo y temperaturas que debe cumplir la pasteurización de la leche son los siguientes:

- 72 °C durante 15 segundos (pasteurización de flujo continuo.)⁶²
- 62-65 °C durante 30 minutos (pasteurización en lotes.)⁶²

Una vez pasteurizada la leche entera deberá cumplir con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos detallados en la Norma Técnica Ecuatoriana. Requisito de la Leche Pasteurizada Tercera Revisión 2003, que se encuentra en el Anexo #1, para poder ser utilizada en el proceso de yogur. El porcentaje de grasa requerido en la leche es mínimo de 3% de grasa.

10.1.3) Mermelada de Frutilla

La mermelada de frutilla deberá cumplir con los siguientes requisitos entre otros expuestos en la Norma Técnica Ecuatoriana “Conservas Vegetales y Mermeladas de Frutas Requisitos Primera Revisión” (INEN 419) que se encuentra en el Anexo #1.

- El producto no deberá contener sustancias como: colorantes, saborizantes aromatizantes artificiales y naturales extraños a la fruta.
- El producto podrá contener Pectina en una proporción necesaria de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación.

- Se podrá utilizar ácido cítrico, L-tartático o málico, solos o combinados, en las cantidades necesarias para la formación del gel, de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación.
- Los edulcorantes permitidos son: azúcar refinado, azúcar invertido, dextrosa o jarabe de glucosa. No está permitido el uso de edulcorantes, artificiales.
- El olor y el sabor deben ser característicos del producto, con ausencia de olores y sabores extraños.
- El producto debe estar libre de almidones, féculas y otros gelificantes que no sea la pectina.

De acuerdo a los requerimientos de la empresa INLACSA, que se encuentran en el Anexo #1, la mermelada deberá tener 60 °Brix, para poder ser utilizada en la fabricación del yogur.

10.1.4) Aspartame

El aspartame deberá cumplir con las siguientes especificaciones físico-químicas y microbiológicas detalladas en la ficha técnica, que se encuentra en el Anexo #2, las más importantes son las siguientes:

Tabla #22.- Especificaciones físico-químicas y microbiológicas del aspartame

| Especificación | Rango |
|-------------------------|--------------|
| pH | 4.5 – 6 |
| Metales pesadas (plomo) | 10 ppm |
| Arsénico | 3ppm |
| Pérdida de Humedad | 4.5% |
| Olor | Sin olor |

| | |
|-------------------|---------------|
| Tamaño partícula | 60 – 100 mesh |
| Hongos totales | NMT 100/g |
| Aeróbicos totales | NMT 250/g |

Fuente: Certificado de Análisis, The Nutrasweet Company, 2007

10.1.5) Coenzima Q₁₀

La coenzima Q₁₀ deberá cumplir con las especificaciones físico-químicas y microbiológicas detalladas en la Ficha técnica, que se encuentra en el Anexo # 2, las más importantes son las siguientes:

Tabla #23.-Especificaciones Físico-Químicas y Microbiológicas de la coenzima Q₁₀

| TEST | ESPECIFICACION |
|---------------------|----------------------------|
| Tamaño de Partícula | ≤ 20 um |
| Solubilidad en Agua | ≥ 1mg/g (Solubilidad ≥95%) |
| Humedad | ≤ 5.0% |
| Metales Pesados | ≤ 20ppm |
| Arsénico | ≤ 3 ppm |
| Mohos y Levaduras | ≤ 100 cfu/g |
| E. Coli | Negativo |
| Salmonella | Negativo |

Fuente: Certificado de Análisis, Fuyang Kexing Biochem Co. Ltda., 2007

10.1.6) Colorante

El colorante natural carmín de cochinilla al 3%, es un colorante líquido, el cual se utiliza para intensificar el color de los alimentos. Su modo de uso es en cualquier tipo de alimento incluidos productos lácteos como yogur. Este colorante es estable a diferentes pH y resiste altas temperaturas, lo cual lo convierte en un colorante ideal para la elaboración de yogur.⁶³

Las especificaciones físico-químicas y microbiológicas del colorante natural carmín de cochinilla al 3% se encuentran en el Anexo #2.

10.1.7) Estabilizante

El estabilizante Provimel FM 602 deberá disolverse en leche a 90 °C. Las especificaciones Microbiológicas y Nutricionales expuestas en la ficha técnica de Provimel FM 602, emitida por Quifatex y elaborada por PROVISCO, compañía productora se encuentran detalladas en el Anexo #2.

10.1.8) Saborizante

El saborizante a utilizarse fue sabor a fresa Acida Rika, fabricado y distribuido por la empresa Magic Flavors S.A, las especificaciones que deberá cumplir el saborizante se encuentra en el Anexo #2.

10.1.9) Cultivo

El cultivo utilizado es denominado YO-MIX. 495 LYO 100 DCU, y es elaborado por la empresa Danisco. Las especificaciones que deberá cumplir el cultivo se encuentran en el Anexo # 2.

10.2) Especificaciones del Yogur en desarrollo.

El yogur pertenece al grupo de productos de leches fermentadas para el consumo directo por lo tanto deberá cumplir las siguientes características y requisitos expuestos en la “Norma

Técnica Ecuatoriana Requisitos de Leches Fermentadas 2006” (INEN 2395), que se encuentra en el Anexo #3.

De acuerdo a sus características los yogures, se clasifican:

- Según el contenido de grasa
 - Tipo I. Elaborado con leche entera, leche integra o leche integral.
 - Tipo II. Elaborado con leche semidescremada o semidesnatada.
 - Tipo III. Elaborado con leche descremada o desnatada.
- Según los ingredientes:
 - con fruta
 - azucarado
 - edulcorado
 - saborizado o aromatizado
- De acuerdo al proceso de elaboración
 - batido
 - coagulado o aflanado
 - bebible
 - concentrado
 - deslactosado

Basados en las características expuestas anteriormente el yogur a elaborarse en este estudio fue Yogur Tipo I, Bebible y Saborizado.

Los requisitos que deben cumplir el yogur en desarrollo son los siguientes:

- El yogur tendrá un aspecto homogéneo el cual deberá tener un sabor y olor característicos del producto fresco, no debe contener materias extrañas.
- El color debe ser de color blanco cremoso, en caso de tener colorante natural o fruta el color debe ser el otorgado por los ingredientes anteriores.

- Se podrá agregar al yogur crema previamente pasteurizada, leche en polvo, leche evaporada, grasa láctea anhidra, proteínas lácteas.
- En cuanto al dulzor se podrá agregar azúcares o edulcorantes, siempre y cuando estén permitidos para la elaboración de alimentos, frutas frescas enteras o en trozos, pulpa de frutas, frutas secas y otros preparados a base de frutas. El contenido de fruta adicionada no debe ser inferior al 12 % m/m en el producto final.
- Se permite la adición de otros ingredientes como: hortalizas, miel, chocolate, cacao, frutos secos, coco, café, cereales, ingredientes funcionales (nutracéuticos), especias y otros ingredientes naturales. Cuando se utiliza café el contenido máximo de cafeína será de 200 mg/kg, en el producto final.
- El peso total de las sustancias no lácteas agregadas a las leches fermentadas no será superior al 30% del peso total del producto.

En cuanto a las especificaciones físicas-químicas y microbiológicas deberán ser las siguientes de acuerdo a la “Norma Técnica Ecuatoriana Requisitos de Leches Fermentadas 2006” (INEN 2395), que se encuentra en el Anexo #1.

Tabla #24.- Especificaciones físicos-químicos del yogur

| REQUISITOS | TIPO 1 | | TIPO 2 | | TIPO 3 | | MÉTODO DE ENSAYO |
|--------------------|--------|------|--------|-------|--------|------|------------------|
| | Mín. | Máx. | Mín. | Máx. | Mín. | Máx. | |
| Contenido de grasa | 3.00 | - | 1.0 | ∠3.00 | -- | ∠1,0 | NTE INEN 12 |
| Acidez** | 0.60 | 1.50 | 0.60 | 1.50 | 0.60 | 1.50 | NTE INEN 13 |

Fuente: “Norma Técnica Ecuatoriana Requisitos De Leche Fermentada Primera Edición 2006”

| | | | | | | | |
|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-------------|
| Proteína | 2.70 | - | 2.70 | - | 2.70 | - | NTE INEN 16 |
| Ensayo de la Fosfatasa | Negativos | | Negativos | | Negativos | | NTE INEN 19 |
| ** Expresado en ácido láctico. Min.= mínimo %, Máx.= máximo % | | | | | | | |

Tabla #25.- Especificaciones microbiológicas del yogur

| REQUISITO | n | M | M | C | METODO DE ENSAYO |
|---|---|---|-------|---|------------------|
| Coliformes totales, UFC/g (30°C) | 3 | 0 | 10 | 1 | NTE INEN 1529-7 |
| Coliformes fecales, UFC/g (45°C) | 3 | 0 | ----- | 0 | NTE INEN 1529-8 |
| Recuento de mohos y levaduras, UFC/g | 3 | 0 | 10 | 1 | NTE INEN 1529-10 |
| Staphilococcus Aureus UFC/g | 3 | 0 | ----- | 0 | NTE INEN 1529-14 |
| <p>En donde:</p> <p>n = número de muestras para analizar</p> <p>m = criterio de aceptación</p> <p>M = criterio de rechazo</p> <p>c = número de unidades que pueden estar entre m y M.</p> | | | | | |

Fuente: "Norma Técnica Ecuatoriana Requisitos De Leche Fermentada Primera Edición 2006"

Tabla #26.- Especificaciones de contaminantes en el yogur

| CONTAMINANTES | LIMITE MAXIMO |
|----------------------|----------------------|
| Arsénico como As | 0,1 mg/Kg |
| Plomo como Pb | 0,5 mg/Kg |
| Aflatoxina M1 | 0,1 µg/Kg |

Fuente: "Norma Técnica Ecuatoriana Requisitos De Leche Fermentada Primera Edición 2006" (INEN 2395)

Tabla #27.- Análisis Organoléptico del yogur

| | |
|---------|--------------------------|
| Color | Amarillo |
| Olor | Característico |
| Sabor | Agradable característico |
| Aspecto | Líquido Viscoso |

Fuente: LABOLAB, 2008

Tabla #28.- Análisis Químico del yogur

| Parámetro | Método | Resultado |
|-------------------------------|---------------|------------------|
| Grasa (%) | INEN 165 | 4.06 |
| Acidez (% como ácido láctico) | INEN 162 | 0.69 |
| Sólidos lácteos no grasos (%) | INEN 014 | 8.29 |
| Proteína (%) | INEN 016 | 3.35 |

| | | |
|-----------------------|---------------|-----------|
| Azúcares (%) | Fehling | 3.92 |
| Colorantes sintéticos | AOAC 930.38.D | Presencia |

Fuente: LABOLAB,2008

10.3) Especificaciones del Envase

Las especificaciones del envase están detalladas en la Ficha Técnica, emitidas por el fabricante que se encuentra en el Anexo #2.

10.4) Planes de Muestreo

El plan de muestro se realizará mediante el procedimiento determinado en la Norma Técnica Ecuatoriana de Muestreo de Leche y Productos Lácteos Primera Revisión” (NTE INEN 4), en dicha norma se exponen dos procedimientos de muestreo:

- Para productos envasados en recipientes voluminosos.
- Para productos envasados o empacados en recipientes o unidades pequeñas.

Debido a que el producto elaborado será envasado en un recipiente de 200 mL se utilizará el procedimiento de muestreo expuesto en la NTE INEN 4 para productos envasados o empacados en recipientes o unidades pequeñas.

El procedimiento de muestreo será el siguiente:

- Cada muestra deberá formarse extrayendo al azar el número de unidades o recipientes indicados en la Tabla # 28

Tabla # 29.- Muestreo para unidades pequeñas

| TAMAÑO DE LOTE | UNIDADES PARA MUESTREO |
|--|-------------------------------|
| Menos de 100 | 1 |
| 101-1000 | 2 |
| 1001-10000 | 3 |
| Más de 10000 | * |
| * 4, más 1 por cada 2 500 unidades adicionales o fracción de tal cantidad. | |

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana De Muestreo De Leche Y Productos Lácteos Primera Revisión”
(Nte INEN 4)

- Se fijará a cada muestra una tarjeta que tenga un número de identificación y la fecha de muestreo.
- Las unidades de muestreo deberán estar contenidas en envases o empaques los cuales deberán sellarse y marcarse con las rúbricas de las partes interesadas, se suscribirá una acta de muestreo que incluya la siguiente información:
 - Número de la norma INEN de referencia: INEN 4.
 - Número de identificación de la muestra.
 - Fecha de muestreo.
 - Nombre del producto y marca comercial.
 - Identificación del lote o de la partida;
 - Masa o volumen total del lote o de la partida.
 - Número de unidades de muestreo obtenidas.
 - Lugar de procedencia del producto.
 - Lugar de toma de las muestras.

- Observaciones que se consideren necesarias, nombres, firmas y direcciones de las partes interesadas.
- Tres muestras deberán destinarse a un laboratorio de análisis tan pronto como sean obtenidas, tomando precauciones durante el transporte para que no haya exposición directa del producto a la luz y para que la temperatura no sea menor de 0 °C ni mayor de 10 °C.
- Si a las muestras se les va realizar un examen microbiológico se deberá usar un recipiente aislado que permita mantener una temperatura comprendida entre 0 °C y 5 °C, excepto en el caso de productos lácteos en conserva envasados en sus recipientes originales, o en el caso de distancias cortas de transporte.
- Para resolver en casos de discrepancia, las muestras restantes se deberán almacenar a una temperatura comprendida entre 0 °C y 5 °C, durante un tiempo no mayor de siete días si los ensayos no son microbiológicos, y 24 h si son microbiológicos; al terminado este plazo las muestras deberán eliminarse adecuadamente.
- Se podrá añadir un preservante adecuado a las muestras, cuando éstas se destinan a análisis químico o físico, siempre que el mismo no interfiera con el análisis. En tales casos, la naturaleza del preservador y la cantidad añadida deberán indicarse en la etiqueta de la muestra y en cualquier informe relativo al muestreo.
- Las unidades obtenidas para el muestreo se podrán mezclar antes del análisis o examinarse individualmente, según el criterio del laboratorio de análisis o por solicitud expresa de las partes interesadas.
- Los envases destinados a contener muestras líquidas deben ser de vidrio resistente a los métodos de esterilización, deben tener forma y capacidad adecuadas para contener la muestra o la unidad de muestreo y permitir su mezcla mediante agitación, deben tener cierre hermético que evite la contaminación o alteración del producto, este cierre puede ser tapón de caucho o plástico, o tapa roscada de metal inoxidable o plástico, revestida interiormente con un sello de material plástico, impermeable, insoluble, no atacable por las grasas y que no influya en el olor, sabor

o composición del producto, si se utilizara tapones de caucho, éstos deben cubrirse con un material plástico adecuado antes de colocarlo y presionarlo en el recipiente.

10.5) Procedimientos normalizados de trabajo (PNT) Métodos Analíticos e Instrumentales

En la elaboración de yogur existe tres etapas del proceso en la cuales se debe realizar análisis físicos-químicos, estas son:

- Recepción y análisis de materia prima.
- Finalizada la pasteurización de la leche.
- Producto Final.

10.5.1) Recepción y análisis de la materia prima

En la recepción de la leche cruda se realizaran los siguientes análisis:

- Prueba de Alcohol
- Acidez.
- Densidad.
- Reductasa
- Grasa
- Sólidos Totales
- Antibióticos

10.5.1.1) Prueba de Alcohol

Esta prueba se realiza con el objetivo de detectar si la leche tiene químicos o mastitis, se realiza por medio de una pistola la cual contiene alcohol a 75°. Luego se introduce la pistola dentro de la leche para que se mezcle con el alcohol, inmediatamente de haberse mezclado

se verifica la reacción, colocando la mezcla en la palma de la mano para analizar, si esta se coagula la leche es rechazada.

10.5.1.2) Acidez

La determinación de la acidez de la leche se la realiza por el método oficial de la AOAC 930.28

La acidez de la leche, es expresada como ácido láctico, y se determina mediante un método de titulación con una solución estandarizada de hidróxido de sodio Na OH 0,1 N y fenolftaleína como indicador. El procedimiento de este análisis se detalla en la Norma Técnica Ecuatoriana “Determinación de la Acidez Titulable de la Leche Primera Revisión”(NTE INEN 13).

Se realiza esta prueba para determinar que la leche no esté agria ya que el ácido láctico se forma durante el proceso de agriamiento debido a la acción de los microorganismos del grupo de *Streptococcus lácticos* sobre la lactosa.⁵⁸

10.5.1.3) Densidad

Esta prueba se realiza con el objetivo de determinar que la leche no tenga agregada agua. La densidad de la leche se determina mediante dos métodos estos son:

- Método del lactodensímetro
- Método del picnómetro.

El procedimiento de ambos métodos se encuentra detallado en la Norma Técnica Ecuatoriana “Determinación de la Densidad Relativa de la Leche Primera Revisión”

(NTE INEN 11).

10.5.1.4) Reductasa

La prueba de la reductasa se realiza con una solución del reactivo azul de metileno, este método se basa en medir el tiempo que tarda la leche para decolorar, mediante reducción. El tiempo de reducción es inversamente proporcional al número de microorganismos contenidos en la leche al empezar la incubación. El procedimiento de este método se detalla en la Norma Técnica Ecuatoriana “Leche Ensayo de Reductosas” (NTE INEN 18).

Se realiza esta prueba para determinar en forma indirecta el grado de desarrollo microbiano en la leche fresca.

10.5.1.5) Prueba de Antibiótico

Esta prueba se realiza por medio del Test de Receptor para residuos de beta lácticos y tetraciclinas, se realiza para detectar tetraciclinas debido a que es el antibiótico más utilizado por los ganaderos , según información brindada por INLACSA.

El procedimiento y las especificaciones de este test se encuentran en el Anexo # 7.

10.5.1.6) Grasa

La determinación de grasa en la leche se realiza mediante el método oficial AOAC 905.02.

El procedimiento de este método se detalla en la Norma Técnica Ecuatoriana “Determinación de Grasa de la Leche” (NTE INEN12).

10.5.1.7) Sólidos Totales

La determinación de sólidos totales en la leche se realiza mediante el método de desecación debido a que consiste en la desecación de la muestra mediante evaporación, de una cantidad determinada de leche una vez terminada la desecación se pesa el residuo, que corresponde a los sólidos totales de la leche.

El contenido de sólidos totales de la leche se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$S = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} * 100$$

Siendo:

S = contenido de sólidos totales.

m = masa de la cápsula vacía, en g;

m2 = masa de la cápsula con la leche (antes de la desecación), en g;

m1 = masa de la cápsula con los sólidos totales (después de la desecación), en g.

El procedimiento de este método se detalla en la Norma Técnica Ecuatoriana “Determinación de Sólidos Totales y Cenizas de la Leche” (NTE INEN12).

10.5.2) Pasteurización de la leche

Una vez pasteurizada la leche se deberá realizar las siguientes pruebas antes que sea utilizada para la elaboración de yogur:

- Fosfatasa.
- Grasa.

10.5.2.1) Ensayo de la Fosfatasa

La determinación de la fosfatasa residual en la leche se realiza mediante el método oficial AOAC 935.40.

Este ensayo se basa en el método rápido de Scharer y es usado para verificar la eficiencia del proceso de pasteurización o para comprobar la contaminación de la leche pasteurizada con leche fresca.

Este método se detalla en la Norma Técnica Ecuatoriana “Leche Pasteurizada Ensayo de la Fosfatasa” (NTE INEN 19).

10.5.2.2) Grasa

Esta prueba se realiza para determinar si la estandarización de la leche fue óptima.

La determinación se realiza mediante el método Gerber, este método se detalla en la Norma Técnica Ecuatoriana “Determinación de Grasa de la Leche” (NTE INEN12).

10.6) Producto Final

Los análisis físicos- químicos y microbiológicos que se deberán realizar al producto del final, el serán los siguientes:

- Acidez
- Grasa.
- Proteína.
- Coliformes totales

- Coliformes fecales
- Recuento de mohos y levaduras
- *Staphilococcus aureus*

Cabe mencionar que las muestras deberán ser escogidas según el plan de muestreo expuesto en el Capítulo 10.4 de esta tesis.

10.6.1) Acidez

Este análisis se realiza al producto final antes de salir al mercado ya que midiendo la acidez se puede determinar que el yogur no tenga un proceso de agriamiento y descomposición por causa de la formación de ácido láctico debido a que el ácido láctico se forma durante el proceso de agriamiento por la acción de los microorganismos del grupo de *Streptococcus lácticos* sobre la lactosa.

El procedimiento de este análisis se detalla en la Norma Técnica Ecuatoriana “Determinación de la Acidez Titulable de la Leche Primera Revisión”(NTE INEN 13) .

10.6.2) Proteína

Existen varios métodos para determinar el contenido de proteína. En la Norma Técnica Ecuatoriana de Leches Fermentadas (NTE INEN 2395), se establece el contenido de proteína del yogur y la norma con el método a utilizarse para su determinación. Esta norma es Leche Determinación de Proteínas (NTE INEN 16), que establece al método de Kjeldahl para determinar el contenido de proteínas. Debido al largo tiempo de duración del método de Kjeldahl se decidió utilizar el Método de Formol para determinar la proteína, ya que es un método seguro, certificado y sobretodo de corta duración. El procedimiento de la Determinación del Índice de Formol se detalla en el Anexo # 19.

10.6.3) Grasa

Esta prueba es muy importante ya que el yogur que se está fabricando es el yogur tipo I el cual debe tener un contenido de grasa de mínimo 3%.

Para la determinación se realiza mediante el método Gerber, este método se detalla en la Norma Técnica Ecuatoriana “Determinación de Grasa de la Leche” (NTE INEN12).

10.6.4) Coliformes Totales

El recuento de coliformes totales es la cuantificación del número de coliformes viables por gramo o cm^3 de muestra de un alimento.

El procedimiento para la determinación de coliformes totales se detalla en la Norma Técnica Ecuatoriana Control Microbiológico de los alimentos Determinación de los Microorganismos Coliformes por la Técnica de Recuento de Colonias (NTE INEN1529-7).

10.6.5) Coliformes Fecales

En el recuento de coliformes fecales es la determinación del número de coliformes fecales por grupo o cm^3 de muestra de un alimento. Este recuento es una de las pruebas confirmatorias de *E. Coli*, e identificación de las especies del grupo coliforme fecal.

El procedimiento para la determinación de Coliformes Fecales se detalla en la Norma Técnica Ecuatoriana Control Microbiológico de los Alimentos Determinación de Coliformes Fecales y *E. Coli*. (NTE INEN 1529-8).

10.6.6) Recuento de mohos y levaduras

El control de mohos y levaduras viables se realiza mediante el método de recuento en placa, por siembra en profundidad para el recuento de mohos y levaduras.

El procedimiento para el control de mohos y levaduras se detalla en la Norma Técnica Ecuatoriana Control Microbiológico de los Alimentos Mohos y Levaduras Viables. Recuento en Placa por Siembra en Profundidad (NTE INEN 1529-10).

10.6.7) *Staphylococcus Aureus*

El control microbiológico de *Staphylococcus Aureus*, se realiza por el método de recuento en placa de siembra por extensión en superficie para determinar el número de células viables de *S. Aureus* coagulasa positiva, presente en un gramo o cm^3 de muestra de alimento.

El procedimiento para determinar la presencia de *Staphylococcus Aureus* en los alimentos se detalla en la Norma Técnica Ecuatoriana Control Microbiológico de los Alimentos *Staphylococcus Aureus* Recuento en Placa de Siembra por extensión en superficie. (NTE INEN 1529-14).

XI) MANIPULACIÓN DE LOS ALIMENTOS

11.1) Buenas Prácticas de Manufactura

En la industria alimentaria las correctas prácticas de higiene son un requisito imprescindible, por este motivo se deben programar las acciones de limpieza, desinfección y buenas prácticas de manipulación.⁶⁴

Los fundamentos principales para la realización de las BPM en la industria son:

- Salud e higiene del personal.
- Acciones higiénicas en equipos y utensilios.
 - * Limpieza y desinfección.
 - * Lucha contra las plagas.

11.1.1) Salud e Higiene del Personal

La salud y las prácticas del personal son los factores principales para obtener una manipulación correcta en la fabricación de productos alimenticios y evitar contaminaciones procedentes de manipuladores.⁶⁴

Los principales contaminantes microbianos en los alimentos son las personas que recogen, transportan, almacenan o transportan. Estos manipuladores que son infectados por agentes patógenos pueden contaminar a los alimentos que tocan o puede ocasionar una contaminación cruzada.⁶⁴

Esta contaminación microbiana de los alimentos puede ser evitada tomando medidas preventivas en la manipulación de los alimentos. Las medidas preventivas comienzan desde la infraestructura de la planta de producción que debe estar acondicionada para permitir una buena manipulación. Los directivos de la empresa deberán desarrollar un programa de capacitación en manipulación de alimentos e higiene personal. Este programa deberá ser

impartido a todos empleados y deberá ser supervisado por el Jefe de Planta, con el fin de que sepan tomar las precauciones necesarias para evitar la contaminación de los productos alimenticios.⁶⁴

11.1.2) Condiciones de la Planta de Producción para una buena manipulación

En la planta de producción debe haber suficientes lavabos para lavarse y desinfectarse las manos. Los lavabos deberán tener agua caliente y permanentes dispensadores de jabón y desinfectante, las toallas para el secado deberán ser desechables.⁶⁴

Los baños y vestidores no deberán estar conectados directamente con el área de trabajo y deberán existir en número suficientes para los empleados. Se deberá colocar avisos sobre la obligación de lavarse las manos en lugares visibles en las áreas de trabajo y en los baños.⁶⁴

El uso de toallas de limpieza será para una sola área de producción. Estas toallas se deberán lavar, hervir y secar cuando se considere necesario y después de la jornada de trabajo, nunca se deben mantener húmedos.⁶⁴

11.1.3) Normas de Higiene de los Empleados

Los empleados deberán vestir ropa de trabajo limpia y de preferencia sin bolsillos. Deberán usar una cofia (prenda para la cabeza) cubriendo así todos los pelos que pueden ser contaminantes de los alimentos por grasa suciedad y humo.⁶⁴

Ningún empleado que tenga heridas o lesiones podrá manipular alimentos. Las heridas en las manos deberán ser cubiertas por vendajes y luego con guantes antes de entrar en contacto con cualquier alimento, cambiando los guantes cada vez que se esté en contacto

con una evidente contaminación. Los guantes que se utilicen deberán estar limpios e higiénicos y no presentaran ningún orificio.⁶⁴

Cada empleado deberá lavarse con agua caliente a una temperatura de 40 – 45°C y desinfectarse las manos al comienzo de la jornada de trabajo, después de haber ingerido algún alimento o tomado un descanso, luego de ir al baño y cada vez que incorpora a la cadena de producción, el uso de guantes no exime de lavarse las manos. En las zonas de trabajo no deberán escupir, fumar, beber o comer.⁶⁴

Finalmente los empleados deberán mantener las uñas cortas y limpias y no podrán tocarse la nariz, boca, oídos.⁶⁴

En cuanto a la salud, ningún empleado que padezca una enfermedad infecciosa o viral deberá entrar en contacto con los alimentos o estar en un área de producción, podrá trabajar en áreas que no exista manipulación de los alimentos. Si un empleado sufriera alguna enfermedad deberá comunicar a sus superiores, hacerse exámenes médicos y entrar en tratamiento lo antes posible.⁶⁴

11.2) Higiene de la Planta de Producción

Una mala higiene en la planta, en equipos y utensilios puede originar una contaminación en el producto y por ende una pérdida de grandes volúmenes de producción por lo que es necesario trabajar con superficies limpias, libres de gérmenes y residuos de suciedad.⁶⁴

Los lugares donde se preparan alimentos atraen una diversidad insectos y roedores que pueden transportar gérmenes desde la basura o excrementos a los alimentos deteriorando así a los alimentos almacenados.⁶⁴

11.2.1) Diseño y Empleo de la Planta de Producción

El diseño de una planta de producción así como de los equipos están contemplados en el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura del Ecuador publicado por el Ministerio de Agricultura.⁶⁴

Las condiciones más importantes en un diseño de planta alimenticia son el suministro de agua, la eliminación de residuos y áreas de refrigeración y almacenamiento en frío. Los materiales de construcción no deberán transmitir ninguna sustancia a los alimentos y el espacio de construcción deberá brindar la comodidad suficiente para realizar de manera satisfactoria todas las operaciones. Se instalará un sistema de protección contra insectos y roedores.⁶⁴

Los equipos y utensilios a emplearse en la planta deberán cumplir con la función a la que han sido destinados y tener una facilidad de funcionamiento, limpieza, mantenimiento y seguridad para los empleados. Cabe mencionar que los empleados deberán estar capacitados para operaciones de limpieza y desinfección de los equipos.⁶²

El diseño de equipos y utensilios deberán impedir la acumulación de residuos en zonas inaccesibles para la limpieza y deberá estar construido de un material inerte que no transmita sustancias tóxicas, olores, resistente a la corrosión y capaz de resistir la limpieza y desinfección. El material aprobado para las superficies en contacto con el alimento es el acero inoxidable.⁶⁴

11.2.2) Limpieza y Desinfección

La limpieza de la planta de producción, utensilios y equipos se deberá realizar después de cada lote de producción y requerirá de la eliminación de la suciedad y desinfección de todas las superficies en contacto con el alimento y de las zonas externas que no intervienen en el procesamiento.⁶⁴

Las operaciones de limpieza se realizarán basadas en el Proceso Establecidos de Limpieza (SSOPS), que estarán redactados por escrito y en los cuales se detallarán:

- Tipo y Dosis de los productos utilizados.
- Método y frecuencia de las operaciones de limpieza.
- Personal que se encargará de la limpieza.

El equipo y los utensilios se deberán utilizar limpios y desinfectados para cada lote de producción, no se podrá compartir utensilios y equipos para distintos usos o producciones sin estar previamente desinfectados.⁶⁴

Los vestuarios, lavabos y retretes deberán estar limpios en todo momento y el personal de limpieza tendrá que estar capacitado en técnicas de limpieza.

Los productos utilizados en la limpieza y desinfección garantizarán una limpieza y desinfección adecuada y se utilizarán de forma que no pueda transmitir sustancias contaminantes a los productos en producción. Estos productos se etiquetarán adecuadamente informando su toxicidad y empleo y se almacenarán en zonas que estén alejadas de las áreas de producción o almacenamiento de productos alimenticios.⁶⁴

El ciclo de limpieza y desinfección consta de las siguientes fases:

- 1) Eliminación de residuos.
- 2) Pre enjuague
- 3) Aplicación de detergente.
- 4) Enjuague con agua limpia.

5) Desinfección

6) Enjuague final con agua potable.

11.3) Control de Plagas y Roedores

Se deberán realizar medidas preventivas que se expondrán por escrito en un programa denominado Programa de Control de Plagas y Roedores, establecido por una persona entendida en la materia.⁶⁴

Si se utilizaran sustancias químicas se utilizaran en una forma que no puedan transmitir sustancias contaminantes a los productos alimenticios. Estas sustancias deberán cumplir los requisitos establecidos por la legislación vigente y etiquetarse adecuadamente con un rotulo en el que informara su toxicidad y empleo.⁶⁴

Se deberán arreglar las ventanas que tengan cristales rotos o presenten signos de deterioro. En las ventanas también se deberán colocar mosquiteros los cuales serán de fácil limpieza y se limpiaran periódicamente.⁶⁴

Los desagües, agujeros por donde pasan las tuberías se deberán proteger y mantener limpios, conjuntamente con los alrededores de la planta de producción.⁶⁴

XII) ANÁLISIS FÍSICOS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL YOGUR EN DESARROLLO

Tabla # 30.- Análisis Físicos Químicos y Microbiológicos del Yogur en Desarrollo

| ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO | | | |
|----------------------------------|------------------|-------------------|------------------------|
| Parámetro | Método | Resultados | Norma INEN 2395 |
| Recuento de Coliformes | NTE INEN 1529-7 | $\angle 3$ | Negativo |
| Recuento de E. Coli (ufc/g) | NTE INEN 1529-10 | $\angle 3$ | Negativo |
| Recuento de Mohos (upm/g) | NTE INEN 1529-10 | $\angle 10$ | Negativo |
| Recuento de levaduras (upm/g) | NTE INEN 1529-10 | $\angle 10$ | Negativo |

| ANÁLISIS QUÍMICO | | | |
|-------------------------|--|--|--|
|-------------------------|--|--|--|

| Parámetro | Método | LABOLAB | USFQ | Min % | Max % | | |
|-------------------------------|---------------------|-----------|-------|-------|-------|-----|-------|
| Grasa (%) | INEN 165 | 4.06 | 4.3 | 3,00 | ----- | | |
| Grasa Saturada (g/100g) | HPCL | 1.01 | ----- | | | | |
| Colesterol (mg/100g) | Colorimétrico | 5 | ----- | | | | |
| Acidez (% como ácido láctico) | INEN 162 | 0.69 | 0.68 | 0,6 | 1,5 | | |
| Sólidos lácteos no grasos (%) | INEN 014 | 8.29 | ----- | | | | |
| Proteína (%) | INEN 016 | 3.35 | 3.5 | | | 2,7 | ----- |
| Azúcares (%) | Fehling | 3.92 | 3.6 | | | | |
| Carbohidratos Totales | Cálculo | 4.12 | 4.32 | | | | |
| Fibra (%) | INEN 522 | 0 | 0.1 | | | | |
| Sodio (mg/100g) | Electrodo Selectivo | 70 | ----- | | | | |
| Calcio (mg/100g) | Volumétrico | 107 | ----- | | | | |
| Colorantes sintéticos | AOAC 930.38.D | Presencia | ----- | | | | |
| Ceniza (%) | USFQ | ----- | 0.98 | | | | |
| Humedad (%) | | ----- | 86.9 | | | | |
| ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO | | | | | | | |
| Color | Amarillo | | | | | | |
| Olor | Característico | | | | | | |
| Sabor | Agradable | | | | | | |
| Aspecto | Líquido Viscoso | | | | | | |

El detalle de los análisis se encuentra en el Anexo # 5

XIII) ETIQUETA NUTRICIONAL

Basados en la Norma Técnica Ecuatoriana, Rotulado de Productos Alimenticios para Consumo Humano, Parte1. Requisitos Primera Edición (NTE INEN 1334-2:2008) la información de la etiqueta será la siguiente:

Marca Comercial: ESSENSIS “Saludablemente Bella”

Yogur con coenzima Q₁₀ y con alto contenido de calcio

Yogur bebible sabor a frutilla Tipo I

Ingredientes: Leche entera, mermelada de frutilla (pulpa y agua), fosfato tricálcico, edulcorante artificial (aspartame), preservante (sorbato de Potasio), estabilizador (goma agar-agar), coenzima Q₁₀, colorante natural (rojo carmín), saborizante artificial a frutilla, cultivo láctico,(*Streptococcus Termophilus*, *Lactobacillus Bulgaricus*)

Fabricado por: INLACSA Cia. Ltda.

Ascázubi y Chile

Cayambe-Ecuador.

Reg. San.

Industria Ecuatoriana

Contenido Neto 200g

Consérvese Refrigerado

Norma INEN 2395

En el Anexo 8 se encuentra la etiqueta nutricional.

XIV) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se logró cumplir con el objetivo general que fue desarrollar un yogur bebible con sabor a frutilla con alto contenido de calcio (21% VDR) y añadido con coenzima Q₁₀, de acuerdo con las normas y parámetros establecidos por el INEN y la FDA.

Se determinó que el estabilizante Provimel a una concentración 0,04% brinda la característica deseada para la consistencia.

La coenzima Q₁₀ no influyó directamente en la consistencia del yogur en desarrollo, sin embargo se estableció una concentración de 0,03%, cantidad necesaria para cumplir con la dosis recomendada de 30 a 90 mg diarios.

Adicionalmente se determinó el grado de aceptación del yogur en desarrollo mediante una prueba sensorial a consumidoras frecuentes, que demostró la gran aceptabilidad del producto en desarrollo.

Se recomienda realizar la cuantificación exacta de la Coenzima Q₁₀ en el producto mediante una cromatografía líquida de alta resolución (HPLC-EQ).

Se sugiere realizar una campaña de publicidad en la cual se dé a conocer las bondades nutricionales del producto, realizar promociones donde la consumidora pruebe el producto, así como dar muestras para que conozcan el yogur.

XV) BIBLIOGRAFÍA

1.- Campaña Panamericana de Consumo de Lácteos. Guadalupe Esquivel. *“Lácteos como alimentos funcionales y su papel para la prevención de algunos padecimientos”* (2008). Obtenido en línea el 25 de Septiembre del 2008. Disponible en

http://www.infoleche.com/descargas/lacteos_como_alimentos_funcionales.pdf

2.- AGROMAR. Diario El Comercio. *“La Producción de Yogur en el país crece y se diversifica”* Quito (2007). Obtenido en línea el 13 de Junio del 2008. Disponible en:

http://www.elcomercio.com/noticiaEC.asp?id_noticia

3.- Alfa Editores. Felipe Manuel Vera Solís. *“Innovación en Productos Lácteos Fermentado”* (2007). Obtenido en línea el 13 de Junio del 2008. Disponible en:

<http://www.alfaeditores.com/carnilac/Octubre%20noviembre%2005/TECNOLOGIA%20Innovacion.htmphpMyAdminalj69rgoMYMn18mTYfYRyPHZsT4>.

4.- Industrias Toni. *“Nuestros Productos”*. Obtenido en línea el 10 de junio del 2008. Disponible en:

<http://www.tonisa.com/Web/Products/Products.aspxSiteTreeID303CategoryID.com>

5.- Departamento de Industria y Tecnología de Navarra. *“Tendencia del Consumidor: Gustos, Hábitos y Preferencia.”*(2004). Obtenido en línea el 13 de Junio del 2008. Disponible en:

<http://cfnavarra.es/idustrias/areas/CONSUMO/CuadernsConsumo/Cuadernos43.htm>

6.- Diario El Comercio. *“La Producción del Yogur Crece y se Diversifica”* (2005). Obtenido en línea el 13 de Junio del 2008. Disponible en:

http://ww1.elcomercio.com/solo_texto.asp?id_noticia=72002

7.- Departamento de Ciencias de Alimentos y Nutrición, Universidad Chapman. Dr. J. Andrés Vasconcelos. *“Conceptos y Beneficios Para la Salud”* (2007). Obtenido en línea el 10 de Junio del 2008. Disponible en:

http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/ateneo/dossier/alimentos_funcionales/worldfoodscience/alimentosfuncionales.htm

8.- COPACK. *“Glosarios”*. Obtenido en línea el 14 de Mayo del 2008. Disponible en:

<http://www.copack.cl/glosario.htm>

9.- Revista ENVAPACK. *“Envases para Bebidas en HDPE y PP nuevas oportunidades en el mercado”* (2006). Obtenido en línea el 14 de Mayo del 2008. Disponible en:

<http://.envapack.com/envasesempaques676.html>

10.- Instituto Nacional de Estadística y Censos. *“Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares”* Quito (2004) .

11.- Zacarías Isabel, Vera Gloria. *Selección de Alimentos, Uso de Etiquetado Nutricional para una Alimentación Saludable*. Santiago, Chile, 2005.

12.- Diario El Universo. *“El Desafío de ser Jefe de Hogar en Guayaquil”* (2005) Guayaquil. Obtenido en línea el 12 de Mayo del 2008. Disponible en:

<http://www.mujereshoy.com/secciones/3222.shtml>.

13.- Explored Archivo Digital de Noticias. *“El Hierro y el Desarrollo”* (1996). Obtenido en línea el 18 de Junio del 2008. Disponible en:

<http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/el-hierro-y-el-desarrollo-74158-74158.html>

14.- Explored Archivo Digital de Noticias. *“Osteoporosis 500000 Ecuatorianas en Riesgo”* (1997). Obtenido en línea el 18 de Junio del 2008. Disponible en:

<http://www.explored.com.ec/noticias-ecuador/osteoporosis-500-000-ecuatorianas-en-riesgo-109418-109418.html>

15.- Sociedad Uruguaya de Reumatología. *“El Aporte de los Lácteos a su Salud”* (Capítulo 13). Obtenido en línea el 18 de Junio del 2008. Disponible en:

<http://www.reumauruguay.org/osteoporosis/capitulo13.htm>

16.- Calle Andrés. Revista ecuatoriana de Ginecología y Obstetricia *“Estudio de Campo de la Osteoporosis”* (2002). Obtenido en línea el 18 de Junio del 2008. Disponible en:

<http://.roche.com.ec/una.mes.html>

17.- Diario El Hoy. *“Osteoporosis También es un asunto de Hombres”* (2006). Obtenido en línea el 20 de Junio del 2008. Disponible en:

<http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/osteoporosis-tambien-es-asunto-de-hombres-243719-243719.html>

18.- Arenas Juan. Ámbito Farmacéutico- Cosmetología *“El Envejecimiento Cutáneo y la Coenzima Q₁₀”*. Obtenido en línea el 20 de Junio del 2008. Disponible en:

<http://external.doyma.es/pdf/4/4v20n05a13013474pdf001.pdf>

19.- Diario El Universo. “*Activos en la Tercera Edad*” (2005). Obtenido en línea el 20 de Junio del 2008. Disponible en:

<http://archivo.eluniverso.com/2005/09/29/0001/18/DC7E3D9AB253452781A45596736DB04E.aspx>

20.- Diario Hoy Dinero. “*El yogur todavía es un producto elitista*” (2006) Quito. Obtenido en línea el 04 de Marzo del 2008. Disponible en:

http://www.hoy.com.ec/NotiDinero.asp?ow_id=241637.

21.-Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador. “*Lácteos y Derivados*” Quito. Obtenido en línea el 02 de Junio del 2008. Disponible en:

http://www.sica.gov.ec/cadenas/leche/docs/produccion_link2.htm

22.-Alimenticia Para los Procesadores de Alimentos Latinoamericanos. “*La Industria Láctea en Ecuador*” (2000). Obtenido en línea el 3 de noviembre 2008. Disponible en:

http://www.industriaalimenticia.com/Archives_Davinci?article=1268

23.- Quifatex S.A. “*La Empresa*”(2003), Quito. Obtenido en línea el 13 de Junio del 2008. Disponible en:

<http://www.quifatex.com>

24.- Colegio de Bachilleres Estado de Sonora. “*Tecnología de los Alimentos*” (2007) México. Obtenido en línea el 13 de Junio del 2008. Disponible en:

<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r45220.PDF>

25.- Gutiérrez Geovana. *“Todo sobre la Coenzima Q₁₀”* Argentina. Obtenido en línea el 23 de Mayo del 2007. Disponible en:

<http://www.alimentacionsana.com.ar/portal%20nuevo/actualizaciones/coenzimaq10htm>.

26.- Observatorio Tecnológico de la Industria Agroalimentaria de la Comunidad de Madrid. *“Estudios de Consumidores: Las Pruebas Hedónicas”* (2002) Obtenido en línea el 10 de Junio del 2008. Disponible en:

<http://www.observatorioalimentario.org/especiales/consumidores/3.htm>.

27.- Diario de Negocios, Dinero. *“Yogur, un producto con más fanáticos.”* (2006) Obtenido en línea el 15 de Abril del 2008. Disponible en:

<http://www.hoy.com.ec/dinero.asp?>

28.- INEC. Encuesta Nacional de ingresos y Gastos de Hogares. Quito, Ecuador, Tomo I, 49Pág. (2004)

29.- INEC. *“Censo de Población y Vivienda”* (2001). Obtenido en línea e 5 de Agosto del 2008. Disponible en:

<http://www.4.quito.gov.ec/mapas/indicadores/proyeccion-zonal.htm>

30.- Malhotra Nares K. *“Investigación de Mercadeo”* Ed. Pearson, 4ta Edición, Pearson, México. (2004)

31.- Costell, E; Duran, *“El Análisis Sensorial en el Control de Calidad de los Alimentos”* Madrid. (2006)

32.- Milgaard M, Civille, Carr *“Sensory Evaluation Techniques”* CRC. Press Inc. Florida Estados Unidos. Cap. 11.

33.- Luquet F.M, *“Leche y Productos Lácteos”*. Vol.2, Editorial Acribia, Zaragoza, España. (1993)

34.- Candano Velasco Luis, Guajardo Zuñiga Sergio, Orozco Topete Luis Miguel, Butehko H. Harriet, *“Aspartame: Revisión Clínica”* (1993) México.

35.- Consejo Colombiano de Seguridad, *“Metanol”* (2003). Obtenido en línea el 3 de noviembre 2008. Disponible en:

<http://www.dadma.gov.co/paginas/guias%20ambientales/documentos/Guia19.pdf>

36.- M. Varona Peinador, J.C. Sanz Prieto, M. García Cuevas, A. Gutiérrez Macías. *“Intoxicación mortal por metanol”* (2006) Bilbao.

www.semes.org/revista/vol11_4/315-319.pdf

37.- Stegink LD, Filer LjJr. Baker G. *“Effect of an abuse dose of aspartame upon plasma and erythrocyte levels of amino acid in phenylketonuric heterozygous and normal adults”*(1980)

38.- Norma Técnica Ecuatoriana *“Aditivos Alimentarios Permitidos para el Consumo Humano. Listas Positivas Requisitos”* (NTE INEN 2074:96).

39.- Nutrasweet Company. *“Seguridad del Aspartame”* Obtenido en línea el 13 de agosto del 2008. Disponible en:

<http://nutrasweet.com>

40.- Velasco LR, Zuñiga S, Topete LM, Butchko H. Revisión Clínica: “Aspartame Mundo Médico” 1993,232:45-50.

41.- Arturo Hernández Montes. “Dulzura Percibida de Aspartame y Sacarosa en Yogur”
Obtenido en línea el 13 de agosto del 2008. Disponible en:

<http://www.cidiroax.ipn.mx/pdf/revista/vol2num1/yogur.PDF>

42.-Chouela Edgardo, Departamento de Dermatología del Hospital Argerich, Redacción, “La Coenzima Q₁₀ y sus Aplicaciones, Lo último en el Tratamiento de la Piel”. Obtenido en línea el 12 de Agosto del 2008. Disponible en:

www.facaf.org.ar/main/revista/numeros/n16/Dematolog%C3%ada.htm.

43.- Biblioteca Nacional de Medicina de Estado Unidos, MedlinePlus. “Coenzima Q₁₀”
obtenido en línea el 12 de Agosto del 2008. Disponible en:

<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/druginfo/natural/938.html>

44.- EBSCO CAM MEDICAL REVIEW BOARD. “Coenzima Q₁₀” obtenido en línea el 13 de Agosto del 2008. Disponible en:

<http://healthlibrary.epnet.com/GetContent.aspx?token=0d429707-b7e1-4147-9947-abca797a602&chunkiid=124936#P2>

45.- Revista Mundo Alimentario “Que es la Coenzima Q₁₀” (2007). Obtenido en línea el 12 de Agosto el 2008. Disponible en:

www.infomundoalimentario.com

46.- Watts TL, Br Dent “Coenzyme Q₁₀ and Periodontal Treatment: Is there any beneficiary effect” (1995)

47.- Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos y los Institutos Nacionales de la Salud, "*Coenzima Q₁₀ y sus efectos secundarios*". Obtenido en línea el 10 de Agosto del 2008, disponible en:

www.medline.com

48.- A.I Tabar, S. Acero, C. Arregui, M. Urdanoz, S. Quince, "*Asma y Alergia por el Colorante Carmín*,"(2003) Obtenido en línea el 10 de Agosto del 2008. Disponible en:

<http://www.cfnavarra.es/salud/anales/textos/vol26/suo2/suple9a.html#top>

49.- Administración de Drogas y Alimentos de EEUU. (FDA) "*Aditivos en los Alimentos Rojo Carmín*". Obtenido en línea el 13 de Agosto de 2008. Disponible en:

<http://www.cfsan.fda.gov/-dma/opa-12html>.

50.- Baldwin JL, Chou AH, Solomon WR. "*Popsicle-induced anaphylaxis due to carmine dye allergy.*" (1997)

51.- Petroquímica de Argentina SA "*Conservar con Sorbato de Potasio*". Obtenido en línea el 26 de Agosto del 2008. Disponible en:

www.petroar.com/sorbato de potasio.htm

52.- Luck E. Jager M "*Conservación Química de los Alimentos*" Acribia, España. (2000)

53.- Nutrinova, Nutrition Specialties "*Acido Sórbico y Sorbato de Potasio*" México. Obtenido en línea el 15 de agosto del 2008. Disponible en:

Alimentario.com/src/ Prods/nutra/nutra01.htm

54.- Codex Alimentarius. “Norma del Codex para el Yogur Aromatizado y productos tratados térmicamente después de la Fermentación” CODEX STAN A-11b-1976. Obtenido en línea el 23 de agosto del 2008. Disponible en:

<http://www.observatorio-alimentario.org/legislación/archivos/CXSA11bs.pdf>.

55.- Creative Commons, Calvo Miguel “Bioquímica de los Alimentos” Obtenido en línea el 20 de Agosto del 2008. Disponible en:

<http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucres/agar.html>

56.-Nexterial, “Dextrosa” Obtenido en línea el 20 de Agosto del 2008. Disponible en:

http://www.nexterial.com/index.php?option=com_content&view=article&id=113&Itemid=83

57.- Universidad de Ciego Ávila. Hernández Damaris, Arencibia Ricardo “Minerales en la Dieta de Deportistas” Cuba (2007) Obtenido en línea el 13 de Agosto del 2008. Disponible en:

<http://74.125.95.104/search?q=cache:5cZj9kXLpJwJ:www.efdeportes.com/efd50/mineral.htm+fosfato+trcalcico+absorcion&hl=es&ct=clnk&cd=39&gl=ec>

58.- Magariños, H. “Producción Higiénica de la Leche Cruda” Pág.237. Producción y Servicios Incorporados S.A. Guatemala, 2001.

59.- Jay .J, “Microbiología Moderna de los Alimentos” Pág. 280 4ta.edición .Editorial Acribia.2002.

60.- Adams M.R “Food Microbiology” Edición, Royal Society of Chemistry, 2000.

61.- FAO “Bacterias Patógenas” (2005) Obtenido en línea el 30 de Julio del 2008. Disponible en:

<http://www.fao.org/DOCREP/003/T1768SO3.htm>

62.- Norma Técnica Ecuatoriana de Leche Pasteurizada Requisitos. INEN10:2003, Tercera Revisión.

63.- Ficha Técnica del Colorante Natural Rojo Carmín de cochinilla al 3%, emitida por Quifatex y elaborado por la empresa Germinal de Brasil, productora del producto.

64.- Kirk R.S., Sawyer R., Egan H. “*Composición y Análisis de Alimentos de Pearson*” Continental, México, 2002.

65.- Rodríguez C. Sandra “*Pruebas de vida útil y diseño de etiqueta para néctares de curuba*”. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá 2010. Obtenido en línea 20 Febrero 2011. Disponible en:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/2427/1/107415.2010.pdf>

66.- Henao Patricia. “*Diseño y desarrollo de una bebida láctea tipo yogur con sabor a café*”. Universidad Nacional de Colombia. Manizales 2002. Obtenido en línea:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/2427/1/107415.2002.pdf>

67.- Hough Guillermo. “*Number of consumers necessary for shelf life estimations based on survival analysis statistics*”. Instituto Superior Experimental de Tecnología Alimentaria, 6500 Nueve de Julio, Buenos Aires, Argentina 2005.

XVI) ANEXOS