



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA
ELABORACIÓN DE YOGUR GRIEGO CON MERMELADA DE
FRUTA A BASE DE STEVIA A PARTIR DE LA FERMENTACIÓN
DE KÉFIR”**

TRABAJO DE TITULACIÓN:

TIPO: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA:

MISHELL ANDREA RODRÍGUEZ BARBA

Riobamba – Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE YOGUR GRIEGO CON MERMELADA DE FRUTA A BASE DE STEVIA A PARTIR DE LA FERMENTACIÓN DE KÉFIR”

TRABAJO DE TITULACIÓN:

TIPO: Proyecto Técnico

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: MISHELL ANDREA RODRÍGUEZ BARBA

DIRECTORA: Ing. MABEL. MARIELA PARADA RIVERA

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Mishell Andrea Rodríguez Barba

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Mishell Andrea Rodríguez Barba, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados logrados son verídicos y originales. Los textos en el documento provienen de otras fuentes de información y bibliográficas que están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 29 de enero del 2021

Mishell Andrea Rodríguez Barba

CI: 060465740-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: **DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE YOGUR GRIEGO CON MERMELADA DE FRUTA A BASE DE STEVIA A PARTIR DE LA FERMENTACIÓN DE KÉFIR** de responsabilidad de la señorita Mishell Andrea Rodríguez Barba, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Marlene Jacqueline García Veloz
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**MARLENE
JACQUELINE
GARCIA VELOZ**

2021/01/29

Ing. Mabel Mariela Parada Rivera
**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**



Firmado electrónicamente por:
**MABEL MARIELA
PARADA RIVERA**

2021/01/29

Ing. César Arturo Puente Guijarro
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

**CESAR
ARTURO
PUENTE
GUIJARRO**

Firmado digitalmente porCESAR
ARTURO PUENTE GUIJARRO
DN: cn=CESAR ARTURO PUENTE
GUIJARRO c=EC o=SECURITY
DATA S.A. 1 ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION
Motivo:Soy el autor de este
documento
Ubicación:
Fecha:2021-02-24 14:34-05:00

2021/01/29

DEDICATORIA

Para mi madre quien fue la persona que me ha apoyado incondicionalmente en cada una de mis etapas estudiantiles, gracias a su dedicación y esfuerzo he podido culminar el trabajo de titulación, para mis hermanos quienes han estado al pendiente de cada uno de mis pasos, tanto estudiantiles como personales, para mi abuelita que ha estado al pendiente de mí desde la infancia.

Mishell Rodríguez Barba

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento para mi madre, hermanos, abuelita y para toda mi familia, quienes han aportado para poder alcanzar un sueño más en mi vida, sin el esfuerzo de cada uno, nada de esto sería posible.

A la Ingeniera Mabel Parada y al Ingeniero César Puente por su ayuda y colaboración para poder culminar de manera exitosa el trabajo propuesto.

A mis amigos y amigas que compartimos tantos momentos inolvidables dentro y fuera del salón de clases.

Mishell Rodríguez Barba

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1 Identificación del Problema	2
1.2 Justificación del proyecto	3
1.3 Línea base del proyecto	4
<i>1.3.1 Antecedentes de la Institución</i>	<i>4</i>
<i>1.3.2 Localización del proyecto.</i>	<i>6</i>
1.4 Beneficiarios directos e indirectos	7
<i>1.4.1 Beneficiarios directos</i>	<i>7</i>
<i>1.4.2 Beneficiarios indirectos</i>	<i>7</i>
1.5 Objetivos del proyecto	8
<i>1.5.1 Objetivo General</i>	<i>8</i>
<i>1.5.2 Objetivos Específicos</i>	<i>8</i>

CAPÍTULO II

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS	9
2.1 Yogur	9
<i>2.1.1 Definición Yogur</i>	<i>9</i>
<i>2.1.2 Tipos de Yogur</i>	<i>9</i>
<i>2.1.3 Composición del Yogur</i>	<i>12</i>
2.2 Mermelada	12
<i>2.2.1 Generalidades</i>	<i>12</i>
<i>2.2.2 Composición</i>	<i>13</i>
<i>2.2.3 Proceso de elaboración</i>	<i>14</i>
2.3 Kéfir	15
<i>2.3.1 Origen del Kéfir</i>	<i>15</i>
<i>2.3.2 Kéfir</i>	<i>16</i>
<i>2.3.3 Gránulos de Kéfir</i>	<i>16</i>

2.3.4 Bacterias del kéfir	17
2.3.5 Levaduras del Kéfir	18
2.3.6 Composición química y nutricional del kéfir	18
2.3.7 Tipos de Kéfir	19
2.4 Leche	21
2.4.1 Composición y valor nutricional de la leche	21
2.4.2 Clasificación de la Leche	22
2.5 Procesos Industriales empleados en la elaboración del producto	24
2.5.1 Fermentación	24
2.5.2 Pasteurización	25
2.5.3 Evaporación.....	25

CAPITULO III

3 MARCO METODOLÓGICO	27
3.1 Ingeniería del Proyecto	27
3.1.1 Tipo de Estudio	27
3.1.2 Métodos y técnicas	27
3.1.3 Descripción del proceso de elaboración del producto a nivel industrial	35
3.1.4 Determinación de la mejor formulación	44
3.1.5 Variables del proceso.....	45
3.1.6 Operaciones Unitarias de los procesos de elaboración de yogur griego	47
3.1.7 Balance de masa y energía	48
3.1.8 Dimensionamiento de equipos	62
3.2 Cronograma de actividades	75

CAPITULO IV

4 RESULTADOS.....	76
4.1 Resultado de la caracterización de la materia prima de los procesos.....	76
4.2 Análisis estadístico de discriminación de sabor	77
4.3 Resultado del diseño de equipos	82
4.4 Validación del proceso	83
4.4.1 Resultados de los análisis físico químicos y microbiológicos del producto	83
4.4.2 Proceso de producción	84
4.5 Distribución y diseño de la planta	90
4.6 Requerimiento de equipos tecnología	91
4.7 Análisis de costo beneficio del proyecto	92
4.7.1 Cálculo del valor actual neto (VAN) y tasa de retorno interno (TIR)	96
4.8 Análisis y discusión de resultados	98

CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Antecedentes relacionados con el proyecto.....	4
Tabla 2-1:	Coordenadas Planta de Lácteos TUNSHI- ESPOCH.....	6
Tabla 1-2:	Especificaciones de las Leches Fermentadas	11
Tabla 2-2:	Composición de Leches Fermentadas	12
Tabla 3-2:	Bacterias homofermentativas y heterofermentativas en gránulos de kéfir.....	17
Tabla 4-2:	Levaduras lactofermentativas y no lactofermentativas en gránulos de kéfir.....	18
Tabla 5-2:	Composición química y datos nutricionales del kéfir.....	18
Tabla 6-2:	Composición Nutricional de la leche	22
Tabla 1-3:	Determinación de acidez titulable.....	28
Tabla 2-3:	Determinación de ceniza y solidos totales	29
Tabla 3-3:	Determinación de la densidad relativa	30
Tabla 4-3:	Determinación del ensayo de reductasa.....	31
Tabla 5-3:	Determinación de la reacción de estabilidad proteica.....	31
Tabla 6-3:	Determinación de °BRIX	32
Tabla 7-3:	Determinación de pH	32
Tabla 8-3:	Requisitos físico- químicos de la leche cruda	33
Tabla 9-3:	Cantidad de microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación	33
Tabla 10-3:	Requisitos microbiológicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación.....	34
Tabla 11-3:	Especificaciones de las leches fermentadas.....	34
Tabla 12-3:	Diferentes composiciones para la elaboración de yogur griego	35
Tabla 13-3:	Diferentes composiciones para la elaboración de mermelada	35
Tabla 14-3:	Equipos y materiales de laboratorio	36
Tabla 15-3:	Mejor formulación de yogur griego y mermelada.....	44
Tabla 16-3:	Codificación de las distintas formulaciones	45
Tabla 17-3:	Variables del proceso de elaboración del yogur griego	46
Tabla 18-3:	Variables del proceso de elaboración de la mermelada	46
Tabla 1-4:	Resultados de los análisis de leche cruda	76
Tabla 2-4:	Tabla de datos parámetro color.....	77
Tabla 3-4:	Tabla de datos parámetro olor.....	78
Tabla 4-4:	Tabla de datos parámetro sabor.....	79
Tabla 5-4:	Tabla de datos parámetro textura	80
Tabla 6-4:	Resultados dimensionamiento de la yogurtera	82
Tabla 7-4:	Resultados dimensionamiento del sistema de agitación de la yogurtera	82

Tabla 8-4:	Resultados dimensionamiento de la marmita para mermelada	83
Tabla 9-4:	Resultado dimensionamiento del sistema de agitación de la marmita.....	83
Tabla 10-4:	Resultados analíticos del producto	84
Tabla 11-4:	Resultados microbiológicos del producto	84
Tabla 12-4:	Materia prima para la obtención de yogur griego.....	85
Tabla 13-4:	Aditivos para la obtención de yogur griego	85
Tabla 14-4:	Insumos para la obtención de yogur griego.....	85
Tabla 15-4:	Materia para la obtención de mermelada	85
Tabla 16-4:	Aditivos para la obtención de mermelada	85
Tabla 17-4:	Equipos requeridos para el proceso de elaboración del producto	91
Tabla 18-4:	Presupuesto para el equipamiento necesario para la producción de yogur griego y mermelada.....	92
Tabla 19-4:	Presupuesto de materia prima, aditivos e insumos para los dos procesos.....	93
Tabla 20-4:	Presupuesto para análisis de laboratorio del producto	94
Tabla 21-4:	Presupuesto para gastos de mano de obra necesarios para la producción	95
Tabla 22-4:	Costos de requerimientos energéticos	95
Tabla 23-4:	Costos producción de yogur griego con mermelada de fruta	95
Tabla 24-4:	Cálculo del van actual neto	96
Tabla 25-4:	Cálculo del período de recuperación de la inversión	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Localización de la Planta de Tunshi	6
Figura 1-2:	Segmentación del mercado de yogur	10
Figura 2-2:	Procedimiento para la elaboración de mermelada.....	15
Figura 3-2:	Estructura macroscópica de los gránulos de kéfir.....	17
Figura 4-2:	Granos de Kéfir de Leche.....	20
Figura 5-2:	Granos de Kéfir de Agua.....	21
Figura 6-2:	Rutas metabólicas de la fermentación láctica	25
Figura 1-3:	Recepción y filtrado de la leche.....	37
Figura 2-3:	Muestras Leche cruda.....	37
Figura 3-3:	Pasteurización Leche cruda	38
Figura 4-3:	Colocación de hongos Kéfir	38
Figura 5-3:	Agitación de la mezcla	39
Figura 6-3:	Fermentación de la leche	39
Figura 7-3:	Filtración Yogur	40
Figura 8-3:	Limpieza de la mora	40
Figura 9-3:	Lavado de la mora	41
Figura 10-3:	Colocación de insumos.....	41
Figura 11-3:	Primera cocción de la fruta.....	42
Figura 12-3:	Colocación de la mitad de la cantidad de azúcar	42
Figura 13-3:	Colocación de la pectina.....	43
Figura 14-3:	Medición final de temperatura.....	43
Figura 15-3:	Medición Grados Brix	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Análisis estadístico del parámetro Color de las distintas formulaciones.	77
Gráfico 2-3:	Análisis estadístico del parámetro Olor de las distintas formulaciones.	78
Gráfico 3-3:	Análisis estadístico del parámetro Sabor de las distintas formulaciones.	79
Gráfico 4-3:	Análisis estadístico del parámetro Textura de las distintas formulaciones.	80
Gráfico 5-3:	Análisis estadístico de formulación más aceptada.	81

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Proceso de elaboración a nivel de laboratorio de yogur griego.
- ANEXO B:** Proceso de elaboración a nivel de laboratorio de mermelada de fruta.
- ANEXO C:** Etiquetas y logo del producto.
- ANEXO D:** Análisis sensorial.
- ANEXO E:** Análisis físico químicos y microbiológicos de la leche cruda.
- ANEXO F:** Análisis físico químicos y microbiológicos de yogur griego.
- ANEXO G:** Formato de encuesta de aceptación del producto.
- ANEXO H:** Tabla de relación Número de Reynolds y Potencia.
- ANEXO I:** Diseño de la yogurtera
- ANEXO J:** Planos Arquitectónicos

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue diseñar un proceso industrial para la obtención de yogur griego con mermelada de fruta a base de Stevia a partir de la fermentación de kéfir, para la Planta de Lácteos Tunshi Espoch ubicada en la Comunidad de Tunshi, proyecto técnico que puede ser beneficiario para toda la humanidad debido a que el producto es bajo en grasas, no contiene azúcar y posee una gran cantidad de proteínas y minerales. En primer lugar, se obtuvieron tres composiciones en base a bibliografía, para realizar los experimentos de prueba y error en el laboratorio de la Planta, de esa manera poder escoger la composición correcta que cumpla con los parámetros físico químicos y microbiológicos adecuados, con la muestra correcta se aplicó una encuesta en la que participaron 100 jueces afectivos, los mismos que pudieron reconocer cual sabor de mermelada de fresa y mora tenía más aceptabilidad, los resultados obtenidos de la encuesta fueron que el yogur griego con mermelada de mora es la más aceptada en la ciudadanía, también dentro del proceso se obtuvieron variables operacionales, cálculos de proceso y se dimensionaron equipos para la producción. Se concluye que el producto es adecuado para la ciudadanía ya que mediante análisis en el laboratorio TOX CHEM indica que contiene 3,54% de grasa y 3,65% de proteína los mismos que cumplen con la norma estipulada. Y también en Coliformes totales <1, E. Coli <1, Mohos y levaduras <1 valores límites permisibles de la NTE INEN 2395:2011. Leches Fermentadas, el precio de yogur griego con mermelada de fruta para el mercado es de \$1 por cada 100 gramos del producto.

Palabras clave: <PROCESO INDUSTRIAL> <FERMENTACIÓN LÁCTICA>

<PASTEURIZACIÓN> <DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS> <ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS> <ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS> <YOGUR GRIEGO> <MERMELADA DE FRUTA>



Firmado electrónicamente por:
**HOLGER GERMAN
RAMOS UVIDIA**

0652-DBRAI-UPT-2021
2021-02-18

ABSTRACT

The objective of this study was to design an industrial process to obtain Greek yogurt with Stevia-based fruit jam from kefir fermentation, for the Tunshi Epoch Dairy Plant located in Tunshi, a technical project that can benefit the population due to it is a low-fat product, does not contain sugar and has a large amount of proteins and minerals. First of all, three compositions were obtained based on a bibliographic research, to carry out trial and error experiments in laboratories, in order to choose the correct composition that meets the appropriate physical-chemical and microbiological parameters. With this sample, a survey was applied to 100 judges who could recognize which flavor of strawberry and blackberry jam had more acceptability, the results obtained from the survey were that Greek yogurt with blackberry jam is the most accepted by people, also operational variables were obtained, process calculations and equipment for production were established. It is concluded that the product is suitable for people, due to the analysis at the TOX CHEM laboratory, indicates that it contains 3.54% fat and 3.65% protein, which meets the established standards, also in Total Coliforms <1, E. Coli <1, Molds and yeasts <1 permissible limit values of the NTE INEN 2395: 2011 fermented milk, the market price for Greek yogurt with fruit jam is \$ 1 for every 100 grams of the product.

Keywords: <INDUSTRIAL PROCESS> <DAIRY FERMENTATION>
<PASTEURIZATION> <EQUIPMENT DIMENSIONING> <PHYSICAL CHEMICAL
ANALYSIS> <MICROBIOLOGICAL ANALYSIS> <GREEK YOGURT> <FRUIT
JAM>

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país productor de leche cruda, la cual no es aprovechada al máximo por la ciudadanía, por tal motivo se busca la implementación de bebidas probióticas que brindan múltiples beneficios para el ser humano, ayuda al sistema digestivo controlando la flora intestinal, mejora el sistema inmunitario, controla el estrés y la ansiedad y también intervienen en aspectos de la piel.

El yogur griego de Kéfir está dentro de una bebida probióticas que se obtiene a partir de la fermentación láctica de la leche, es una fermentación ácida y alcohólica, el ácido lo producen organismos similares a los *Streptococcus lactis* y *Lactobacillus bulgaricus* y el alcohol es producido por levaduras fermentadoras, otro subproducto que se da en el proceso es el dióxido de carbono el mismo que provoca la efervescencia del producto.

Existen una gran variedad de mermeladas en el mercado elaboradas a base de azúcar, el mismo que es perjudicial para la salud del cuerpo humano ya que deteriora las cavidades dentales, perjudica a las personas que tienen diabetes e hipertensión, por tal motivo se ha reemplazado el azúcar por la Stevia.

La Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) es una planta herbácea perenne que corresponde a la familia Asteraceae. Es originaria del suroeste de Brasil y Paraguay, su composición es rica en un glucósido bajo en calorías llamado esteviósido su poder edulcorante en estado puro y cristalino es 300 veces mayor que el azúcar de caña. La Stevia logra reducir los niveles de glucosa en la sangre hasta en un 35% y sirve como alimento funcional, principalmente por su poder edulcorante natural, se utiliza como sustituto del azúcar, y también genera beneficios a la salud.

La Planta de Lácteos TUNSHI-ESPOCH se enfoca en cuatro pilares fundamentales que son: apoyo académico, investigación, gestión y vinculación, que nos permiten a estudiantes a elaborar productos lácteos que cumplan con las Normas INEN. Por tal razón se elaborará el producto deseado empleando protocolos adecuados en dicha estación para el presente proyecto, dando como resultado un producto de calidad, respetando las normas de salubridad y manejo de insumos, con la finalidad de brindar a la ciudadanía una alternativa saludable para el consumo diario.

CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del Problema

En nuestro país existe una gran variedad de productos relacionados con la leche, los cuales son muy nutritivos para el consumo humano. Las bebidas lácteas probióticas brindan muchos beneficios a la salud del ser humano los cuales nos permiten estimular los jugos digestivos y las enzimas naturales para conseguir una correcta digestión. Por lo que es recomendable consumir siempre alimentos probióticos orgánicos o en estado silvestre (TRUJILLO ESTRELLA, 2019).

El Kéfir es un término que hace referencia a una bebida fermentada obtenida a partir de la leche. Este hongo en forma de gránulos o bolitas (como si de una coliflor se tratase), se nutre de leche fresca de cabra o de vaca y la hace fermentar, obteniendo un néctar cremoso similar a la consistencia del yogur. El Kéfir es producto de una mezcla de fermentaciones ácidas y alcohólicas de la leche. El ácido lo producen organismos parecidos a *Streptococcus lactis* y *Lactobacillus bulgaricus*, mientras que el alcohol lo producen levaduras fermentadoras de la lactosa, pero presumiblemente no son necesarios para hacer el Kéfir (Kretschmer, 2017).

Hoy en día el consumo de azúcar es un problema a nivel nacional ya que está presente en la totalidad de productos lácteos para el consumo humano. La excesiva cantidad de azúcar genera aumento del colesterol y riesgo de enfermedad cardiovascular, mayor riesgo de obesidad, riesgo de hígado graso, etc... (Pérez, 2020).

La Stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni)] es una mata perenne que pertenece a la familia de las Asteráceas, su crecimiento se da en áreas tropicales y subtropicales de Suramérica, contiene glucósidos de esteviol como ingrediente activo, no calórico, y endulza de 100 a 300 veces más que la sacarosa. También, las hojas secas de Stevia poseen minerales, vitaminas, compuestos fenólicos, flavonoides y otros compuestos antioxidantes. Los extractos purificados de Stevia en la actualidad se comercializan por todo el mundo por sus características como edulcorante natural, sin calorías, anticariógenas, antiinflamatorias, antihipertensivas, antitumorales, antihiperglucémicas (Vázquez Hernández, y otros, 2017).

En la actualidad la Estación Experimental “TUNSHI-ESPOCH” está en búsqueda de un desarrollo industrial, por lo cual pretende incorporar un producto innovador y saludable, Yogur griego a partir de Kéfir con mermelada de fruta a base de Stevia, ya que se conoce que este producto ofrece varios beneficios además de ser novedoso en el mercado.

1.2 Justificación del proyecto

Es importante contar con una bebida rica en nutrientes como: proteínas, calcio, hierro entre otros minerales, pero además con un índice bajo de calorías, para mejorar la calidad de vida de los consumidores de productos lácteos altos en grasas y azúcares en el Ecuador, por tal motivo es fundamental producir alimentos y bebidas funcionales, los cuales son de cierta manera modificados o mejorados a los alimentos tradicionales para proveer beneficios a la salud de las personas.

El yogur griego a partir de Kéfir es una bebida saludable que brinda un sin número beneficios para la salud de los consumidores como, por ejemplo: Aceleración del metabolismo, Combate la inflamación intestinal, Disminución de peso, Combate la osteoporosis, Previene la gastritis, Fortalece el sistema inmunológico (Zanin, 2019).

Por tales beneficios mencionados se requiere modificar el enfoque productivo del país aprovechando las nuevas alternativas alimenticias como el yogur griego a partir del Kéfir. Para obtener un producto alimenticio con un mejor sabor y sobretodo con un balance nutritivo beneficioso para la salud del ser humano se ha decidido adicionar mermelada obtenida a partir de frutas y Stevia como endulzante no calórico, obteniendo un producto alimenticio de uso cotidiano de calidad.

La Estación Experimental “TUNSHI-ESPOCH” se dedica a elaborar productos lácteos basados en las normas INEN 710. Por tal razón se emplearán los protocolos usados en dicha estación para el presente proyecto, dando como resultado un producto de calidad, respetando las normas de salubridad y manejo de insumos, con la finalidad de brindar a la ciudadanía una alternativa saludable para el consumo diario.

1.3 Línea base del proyecto

1.3.1 Antecedentes de la Institución

La Estación Experimental Tunshi es un área pecuaria que forma parte de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, fue conseguida el 10 de Noviembre de 1973 con un convenio de Integración y Contrato con la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y en ese entonces el Instituto Tecnológico Superior de Chimborazo, cuenta con una extensión de 145.5 hectáreas, según la sub secretaria de tierras y el departamento de desarrollo físico de la ESPOCH, las mismas que son utilizadas 65 hectáreas por la Facultad de Ciencias Pecuarias con la Carrera de Ingeniería en Zootécnica e Industrias Pecuarias (ESPOCH, 2020).

La Planta de Lácteos Tunshi área pecuaria, se basa en cuatro pilares esenciales, para el progreso institucional como son: Apoyo académico, investigación, vinculación y gestión, permitiendo a la sociedad contar con profesionales de alta eficacia teórico-práctico (ESPOCH, 2020).

La planta genera recursos autofinanciados para la ESPOCH, con la fabricación y comercialización de todo tipo de productos lácteos como: leche enfundada, queso y yogurt, siendo el yogurt el producto que se elabora con menos frecuencia por la baja demanda que tiene, en la actualidad la planta distribuye la mayoría de sus productos al comedor politécnico de la ESPOCH, y también a entidades públicas específicamente como el seguro, y entre otras (Cáceres Ortiz, 2013).

Tabla 1-1: Antecedentes relacionados con el proyecto

AÑO	AUTOR	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
2008	García Zambrano Janneth Lucia	“Valoración de la calidad del yogur elaborado con distintos niveles de fibra de trigo”	Este proyecto me permite verificar cual es el porcentaje adecuado de fibra para implementar en el yogurt para mejorar las características organolépticas y tener mayor aceptación por parte del consumidor.
2010	Jácome Salagata Horacio Santiago	Evaluación de la calidad de yogur Tipo II con la utilización de gel de linaza como estabilizante natural	El presente estudio permitió verificar cual es el porcentaje adecuado de gel de linaza como estabilizante natural, en la elaboración de yogur, y obtener mejores resultados con respecto a porcentajes de grasa, proteína y minerales.

2011	Domínguez Pancho Freddy Rafael	Evolución del packaging para yogurt en Riobamba; identidad corporativa y packaging para la planta de producción FCP – ESPOCH.	La investigación permitirá conocer cuáles son los envases adecuados para el producto yogurt que cumplan con las exigencias, funcionalidad, características y las exigencias ergonómicas las cuales son las más importantes en creación para el consumidor.
2014	Guaño López Yesenia Germania	Optimización de la Planta de lácteos en la producción de leche pasteurizada de la Estación Experimental Tunshi	El estudio permitió conocer el método de pasteurización que se emplea en la Planta de lácteos Tunshi con una temperatura alta de 84-85 °C durante 10 segundos que es primordial para la materia prima utilizada en la elaboración de yogurt.
2018	Vélez Villavicencio Karen Estefanía	“Diseño de un proceso INDUSTRIAL para la obtención de yogurt fortificado con harina de quínoa (Chenopodium quínoa) a desarrollarse en la planta de lácteos de la Espoch ubicada en la comunidad Tunshi”	El proyecto está relacionado directamente con el estudio a desarrollarse, ya que se diseñó el proceso para la elaboración de yogurt fortificado con harina de quinua, se ejecutaron 3 tipos de yogurt con diferentes sabores pero una misma cantidad de harina de quinua, mismas que fueron evaluadas mediante criterios nutricionales y sensoriales, y se realizó un análisis estadístico para escoger la formulación más aceptada en el mercado.

Fuente: (García Zambrano, 2008); (Jácome Salagata, 2010); (Domínguez Pancho, 2011); (Guaño López, 2014) (Velez Villavicencio, 2018).

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

1.3.1.1 Visión

Ser la Estación Experimental líder en cinco años, en el área pecuaria a nivel de las Universidades afines en investigación, vinculación y apoyo académico, en la capacitación práctica de estudiantes internos y externos, garantizando y contribuyendo con la educación impartida en las aulas, ejecutando actividades de producción y explotación pecuaria (ESPOCH, 2020).

1.3.1.2 Misión

La Estación Experimental Tunshi con su área pecuaria tiene como finalidad contribuir con la formación académica, generando investigación, vinculación con el medio externo, construyendo una sociedad politécnica con enfoque al buen vivir (ESPOCH, 2020).

1.3.2 Localización del proyecto.

El presente proyecto técnico será realizado en la Planta de Lácteos perteneciente a la Estación Experimental Tunshi – ESPOCH, el mismo que se encuentra ubicado en el kilómetro 12 vía Riobamba – Licto, en la comunidad de Tunshi San Nicolás, localizado en la provincia de Chimborazo.

Tabla 2-1: Coordenadas Planta de Lácteos TUNSHI- ESPOCH

Latitud	1°44'54.0"S
Longitud	78°37'32.5"W
Altitud	2720 m.s.n.m
Clima	Temperatura Promedio 12°C

Fuente: (Google, 2020)

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

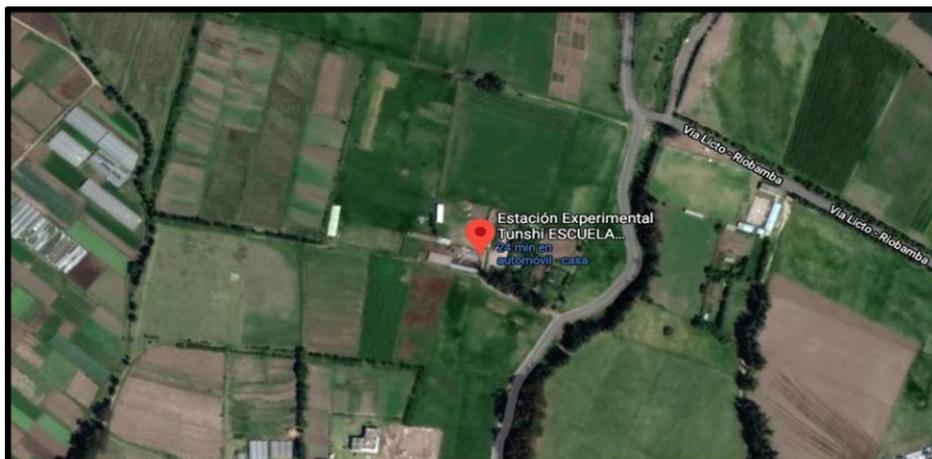


Figura 1-1: Localización de la Planta de Tunshi

Fuente: (Google, 2020).

1.4 Beneficiarios directos e indirectos.

1.4.1 Beneficiarios directos

- La Planta de Lácteos de la Estación Experimental Tunshi perteneciente a la ESPOCH será beneficiario directo del proyecto dado que en el futuro contará con un proceso industrial para la elaboración de yogurt a partir de la fermentación de kéfir mismo que servirá para fines educativos y productivos.

1.4.2 Beneficiarios indirectos

- Los proveedores de la materia prima puesto que con la elaboración del nuevo producto se incrementarán las ventas y la producción de dichos proveedores.
- Estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que realicen prácticas pre profesionales en la estación experimental Tunshi ya que tendrán el conocimiento del proceso industrial de la fermentación del kéfir.
- El consumidor final quien dispondrá de un nuevo producto que no existe en el mercado y que aporta grandes beneficios a la salud humana dado que posee nutrientes esenciales, bajo en grasas no contiene azúcar calórico y es fermentado a partir del hongo de Kéfir que brinda un sin número de beneficios como: Fortalecer el sistema inmunológico, combatir la osteoporosis, bajar de peso, etc (Zanin, 2019).

1.5 Objetivos del proyecto

1.5.1 Objetivo General

- Diseñar un proceso industrial para la elaboración de yogur griego a partir de kéfir de leche con mermelada de fruta a base de Stevia en la Estación Experimental Tunshi Espoch.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar la materia prima necesaria para la producción de yogur griego de Kéfir de acuerdo a la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 9:2015. Leche Cruda. Requisitos.
- Elaborar mermelada a partir de frutas y Stevia para que sea incorporada al yogur griego.
- Identificar las variables, parámetros y operaciones del proceso industrial para la elaboración de yogur griego con mermelada de fruta y Stevia a partir de Kéfir.
- Validar el diseño del proceso en base a los requisitos de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2395:2011. Leches Fermentadas, evaluando el producto final.
- Realizar un estudio beneficio/costo del yogur griego de Kéfir con mermelada de fruta y Stevia.

CAPÍTULO II

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Yogur

2.1.1 Definición Yogur

El yogurt es un alimento nutritivo para el consumo humano, el cual se origina de los derivados de la leche dada por la fermentación láctica mediante bacterias (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*). Este producto es muy apetecido por el hombre desde inicios de la civilización ya que favorece a la salud del ser humano contribuyendo con grandes beneficios para la flora intestinal, prevenir el cáncer y aportar múltiples beneficios para el sistema inmune (Beltrán Moso, 2018).

Según la (NTP, 2014; citado en (MORI NUÑEZ , 2017)) el yogur natural es determinado a partir de la fermentación láctica, por medio de la acción de (*Lactobacillus delbrueckii subsp, Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*), que se produce en la leche pasteurizada y/o productos derivados de la leche con o sin alteraciones en su composición, también se puede agregar otros cultivos de bacterias apropiadas productoras de ácido láctico, además de los cultivos esenciales. Estos cultivos de microorganismos serán factibles, eficaces y abundantes en el producto, hasta la fecha de conservación mínima.

De acuerdo a los conceptos citados se comprende que el yogur es un producto lácteo nutritivo, obtenido mediante la fermentación láctica de la leche de vaca en su mayoría, hoy en día esta bebida es muy acogida para el consumo de la mayoría de la población del mundo por sus grandes contenidos de nutrientes como proteínas, calcio, vitaminas B, A, D y grasa las cuales protegen el sistema inmune (Beltrán Moso, 2018).

2.1.2 Tipos de Yogur

Existe una gran variedad de yogur los mismo que pueden ser de grasa completa, bajo en grasa y sin grasa. En el mundo entero, el yogur se elabora a partir de la leche de vaca, búfalo, cabra, oveja entre otros. En la fabricación industrial de yogur, la leche más utilizada para dicho proceso es la de vaca. Para conseguir una consistencia de natilla, la leche de vaca se mezcla generalmente con leche descremada en polvo y concentrado de proteínas de leche (MORI NUÑEZ , 2017).

Existe mucha variedad de yogures hoy en día que se diferencian en cuanto a parámetros como la presentación, textura, sabor, cultivos, etc.; la división mencionada en el mercado se presenta en la Figura 1 que depende del contenido de grasa.

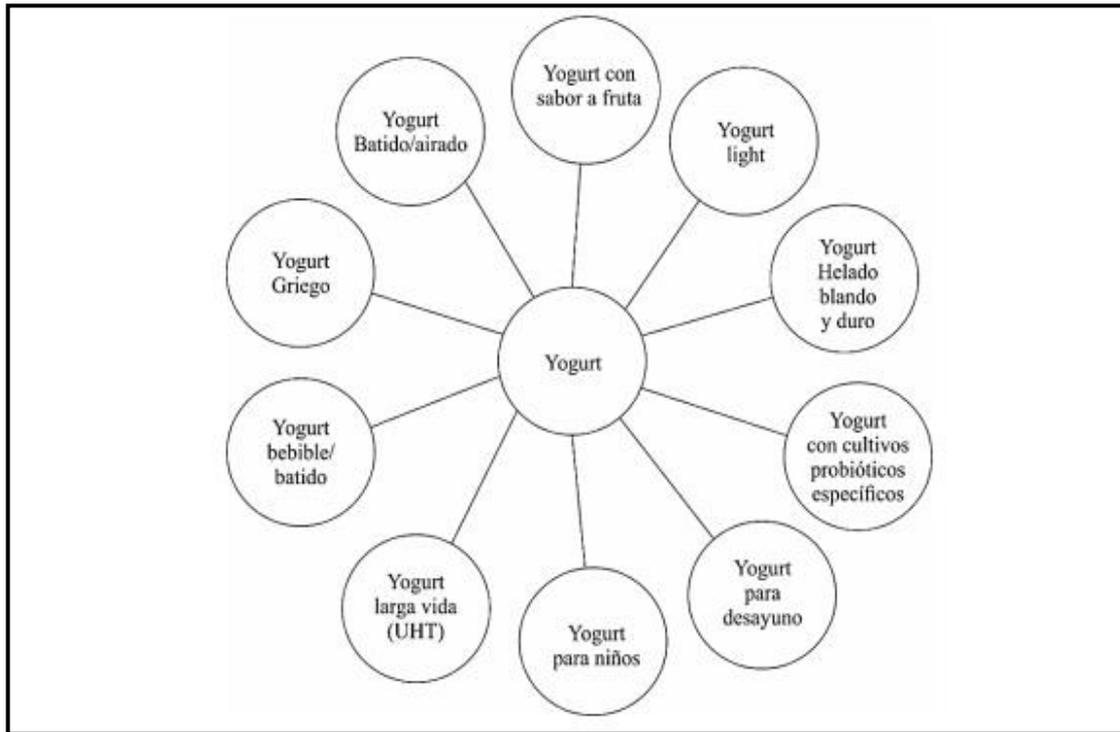


Figura 1-2: Segmentación del mercado de yogur

Fuente: (MORI NUÑEZ , 2017)

De acuerdo a la (INEN , 2011) el yogur se clasifica de la siguiente manera:

➤ **Según el contenido de grasa:**

- Entera: Es aquel que retiene la grasa natural.
- Semidescremada (parcialmente descremada): Es aquel que se le ha retirado una cantidad de grasa.
- Descremada.: Es aquel que no contiene grasa.

➤ **De acuerdo a los ingredientes en:**

- Natural: Es aquel que no implica la adición de fruta, azúcar o edulcorantes.
- Con ingredientes: Es aquel que contiene adición de fruta, azúcares comestibles, chocolate, miel, cereales, hortalizas, entre otros ingredientes naturales.

➤ **De acuerdo al proceso de elaboración en:**

- Batido: Es el producto en que la leche pasteurizada sufre de inoculación en tanques de incubación para que se dé el proceso de coagulación, inmediatamente batir y envasar.

- Coagulado o aflanado: Es el producto en el cual se produce la coagulación en el envase después de la inoculación.
- Tratado térmicamente: Es aquel producto que es pasteurizado de forma caliente lo cual genera una disminución del cultivo en vivo, desactivando la lactasa y aumentando la conservación del yogur.
- Concentrado: Es una leche fermentada cuya proteína es aumentada a un 5.6% antes o después de la fermentación. Los yogures concentrados contienen productos tradicionales como: Stragisto (yogur colado), Labneh, Ymer e Ylette (CODEX STAN, 2003).
- Deslactosado: Es un producto que contiene los beneficios del yogur natural, en el cual a la lactosa se le divide en dos partes que son la glucosa y galactosa para una mejor digestión (Alpina S.A., 2019).

En la Tabla 2-1 se especifica el contenido de varias especificaciones de la clasificación del yogur según el contenido de grasa.

Tabla 1-2: Especificaciones de las Leches Fermentadas

REQUISITOS	ENTERA		SEMIDESCREMADA		DESCREMADA		METODO DE ENSAYO
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %	
Contenido de grasa	3,0		1,0	<3,0		<1,0	NTE INEN 12
Acidez, % m/m							NTE INEN 13
Yogur	0,6	1,5	0,6	1,5	0,6	1,5	
Kéfir	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	
Kumis		0,7		0,7		0,7	
Leche cultivada	0,6	2,0	0,6	2,0	0,6	2,0	
Bebida láctea	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	
Proteínas, % m/m							NTE INEN 16
En yogur, kéfir, kumis, leche cultivada	2,7		2,7		2,7		
En bebidas lácteas a base de leche	1,8		1,8		1,8		
Alcohol etílico, % m/v							NTE INEN 379
En kéfir suave	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	
En kéfir fuerte		3,0		3,0		3,0	
Kumis	0,5		0,5		0,5		
Presencia de adulterantes	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500

Grasa Vegetal	Negativo	Negativo	Negativo	NTE INEN 1500
Suero de leche	Negativo	Negativo	Negativo	NTE INEN 2401

Fuente: (INEN , 2011)

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

2.1.3 Composición del Yogur

Según el CODEX ALIMENTARIUS (CODEX STAN, 2003) especifica la composición fundamental y los factores de calidad que se debe tener en cuenta para el proceso de elaboración de dicho producto.

Tabla 2-1: Composición de Leches Fermentadas

	Leche Fermentada	Yogur, yogur en base a cultivos alternativos y leche acidófila	Kéfir	Kumys
Proteína láctea (% w/w)	min. 2,7%	mín. 2,7%	mín. 2,7%	
Grasa láctea (% w/w)	menos del 10%	menos del 15%	menos del 10%	menos del 10%
Acidez valorable, expresada como % de ácido láctico (% w/w)	mín. 0,3%	mín. 0,6%	mín. 0,6%	mín. 0,7%
Etanol (% vol./w)				mín. 0,5%
Suma de microorganismos.	mín. 10^7	mín. 10^7	mín. 10^7	mín. 10^7
Microorganismos etiquetados (ufc/g, en total)	mín. 10^6	mín. 10^6		
Levaduras (ufc/g)			mín. 10^4	mín. 10^4

Fuente: (CODEX STAN, 2003)

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

2.2 Mermelada

2.2.1 Generalidades

La elaboración de mermeladas se realiza a partir de fruta y azúcares como ingredientes principales y se adquieren mediante la cocción de estos hasta lograr la viscosidad requerida. Las mermeladas pueden elaborarse a base de frutos cítricos u otro tipo de frutas. La mermelada también podemos utilizarla como ingrediente en la preparación de otros productos como el yogur y el helado en el área de lácteos (Benítez Bonilla, y otros, 2017).

Según (ESPINOSA CHIRIBOGA, 2008) se denomina mermelada al producto elaborado por cocción de frutas, hasta obtener un producto semifluido o espeso, el mismo que debido al porcentaje de fruta empleado y características organolépticas como el color, sabor, y defectos se clasifican en tres tipos:

Categoría extra: El porcentaje de fruta o zumos de frutas utilizados en este tipo es como mínimo el 50% en peso del producto, el color y sabor son muy apetecibles.

Categoría primera: El porcentaje de fruta o zumos de frutas utilizados en este tipo es como mínimo el 45% en peso del producto, el color y sabor son apetecibles.

Categoría segunda: El porcentaje de fruta o zumos de frutas utilizados en este tipo deben cumplir con un mínimo de porcentaje y que el color y sabor sea aceptable.

2.2.2 *Composición*

Fruta: Se entiende por “fruta” todas las frutas y hortalizas reconocidas como adecuadas para el consumo y sean útiles en la elaboración de otros productos, las mismas que pueden ser frescas, congeladas, en conserva, concentradas, deshidratadas (desecadas), o elaboradas y/o conservadas de algún modo, que se encuentren sanas y limpias, presentando un grado de madurez adecuado (CODEX STAN 296, 2009).

Azúcar: Es un ingrediente principal para la elaboración de mermelada, su concentración debe impedir la fermentación y la cristalización. Cuando se produce mermelada, el azúcar hierve en un medio ácido, con lo cual sufre una transformación parcial, del porcentaje de dicha transformación dependerá que el azúcar no se cristalice. El porcentaje óptimo del azúcar invertido es entre el 35 y 40 del total de azúcar empleado (Cocina Solar, 2018).

Stevia: La Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) es una planta herbácea perenne que corresponde a la familia Asteraceae. Es originaria del suroeste de Brasil y Paraguay, su composición es rica en un glucósido bajo en calorías llamado esteviósido su poder edulcorante en estado puro y cristalino es 300 veces mayor que el azúcar de caña. La Stevia logra reducir los niveles de glucosa en la sangre hasta en un 35% y sirve como alimento funcional, principalmente por su poder edulcorante natural, se utiliza como sustituto del azúcar, y también genera beneficios a la salud.

Pectina: Es una sustancia que provoca la gelificación de la mermelada cuando la cantidad de azúcar y acidez son apropiadas. Se encuentra naturalmente en las membranas celulares de las frutas, sin embargo, su cantidad y calidad depende del tipo de fruta y su estado de madurez. La mermelada dependerá de su textura que le otorga la pectina, si la fruta no contiene suficiente cantidad deberá ser reemplazada por pectina comercial. La misma que es fabricada a partir de las pieles de los cítricos o pulpas de manzanas, es recomendable utilizar 1g por cada 150g de azúcar total (Cocina Solar, 2018).

Ácido cítrico: Es el componente necesario para regular el pH en la elaboración de mermelada para que la pectina gelifique adecuadamente, además proporciona el color brillante, mejora el

sabor, evita la cristalización del azúcar y extiende el tiempo de conservación. Existe ácido cítrico comercial o natural que se le puede encontrar en el zumo de limón (Cocina Solar, 2018).

Conservante: Son sustancias químicas que previenen el deterioro de alimentos, evitan el desarrollo de microorganismos, en las mermeladas el conservante más adecuado es el sorbato de potasio y la cantidad a utilizar no debe ser mayor al 0,05% del peso de la mermelada. Esta sustancia es inofensiva para la salud y logra la estabilidad de las mermeladas (Cocina Solar, 2018).

2.2.3 Proceso de elaboración

Según (Núcleo Ambiental S.A.S., 2015) los procesos para la elaboración de mermelada son los siguientes:

Selección: Es la separación de frutas que se encuentren en mal estado ya que la mermelada depende de la calidad de la fruta.

Pesado: Se determina los pesos adecuados para un mejor rendimiento y poder calcular la cantidad de los otros ingredientes que se agregarán posteriormente.

Lavado: Se eliminan partículas extrañas que se encuentren en la fruta; se lo realiza por medio de inmersión, agitación o aspersión.

Pelado: Se retira la cáscara y el corazón; se realiza mediante cuchillos de manera manual o mediante máquinas de manera mecánica.

Pulpeado: Es la obtención de la pulpa libre de cáscaras y semillas; se realiza utilizando licuadoras o pulpeadoras industriales. Es recomendable llevar un control del peso de la pulpa para poder calcular el peso del resto de insumos.

Precocción de la fruta: Consiste en una cocción lenta de la fruta antes de agregar el azúcar, con el objetivo de romper las membranas celulares de la fruta y extraer toda la pectina, para este proceso depende de la jugosidad de la fruta, para añadir o no agua evitando que la pulpa se quemé.

Cocción: El proceso se da a una presión atmosférica en donde el producto se concentra a temperaturas entre 60 y 70 °C.

Punto de gelificación: Para este proceso se añade ácido cítrico y la mitad de la cantidad de azúcar u otro edulcorante en forma directa cuando la pulpa se encuentra en el proceso de cocción y el volumen se ha reducido a un tercio, es recomendable que por cada kg de pulpa de fruta se añada alrededor de 800 a 1000 g de azúcar o un edulcorante no calórico. Se debe remover de forma continua la mezcla para disolver los ingredientes que se han incorporado, disuelta la mezcla posteriormente se debe llevar al punto de ebullición de manera rápida y corta. Se añade la pectina y azúcar restante impidiendo que se formen grumos, durante esta etapa la mermelada debe ser removida lo menos posible. El proceso de cocción de la mermelada finaliza cuando se obtiene entre 65 y 68% de sólidos solubles totales.

Envasar: Al finalizar la cocción, la mermelada se retira de la fuente de calor y se procede a envasar seguidamente para aprovechar la fluidez del producto durante el llenado. El llenado se cumple hasta el ras del envase, se coloca la tapa y se voltea el envase durante 3 minutos para poder esterilizar la tapa.

Enfriado: Se enfrían los envases para conservar la calidad y controlar el proceso de vacío dentro de los mismos.

Almacenamiento: El producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco para garantizar la conservación de la mermelada.

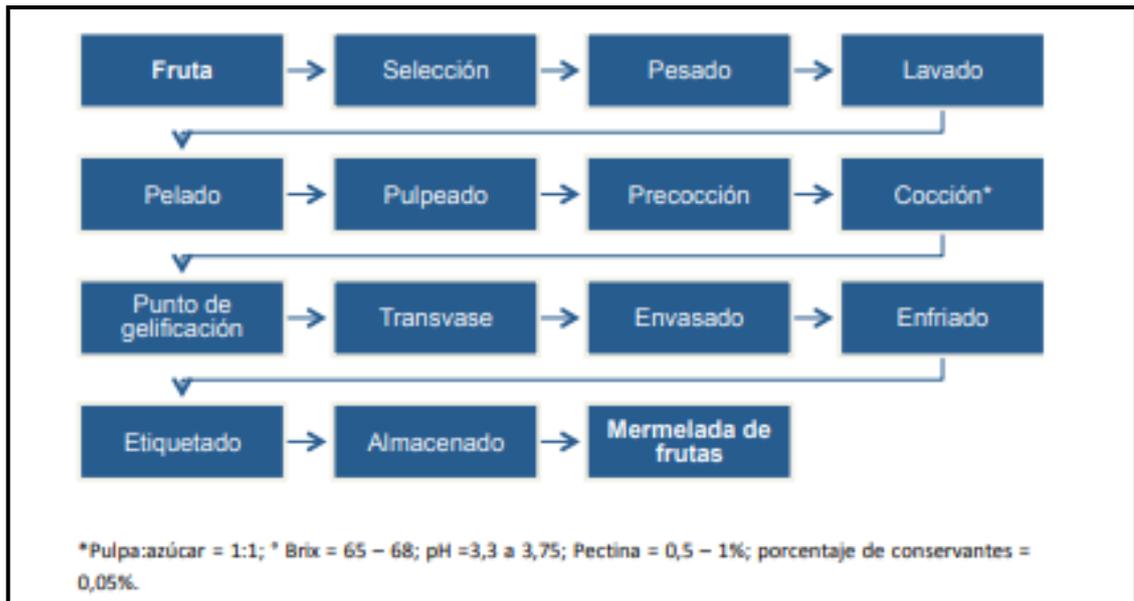


Figura 2-1: Procedimiento para la elaboración de mermelada

Fuente: (Núcleo Ambiental S.A.S, 2015)

2.3 Kéfir

2.3.1 Origen del Kéfir

Su origen se sitúa en las montañas del Cáucaso (límite entre Europa y Asia) donde se ha consumido habitualmente por sus pobladores, el descubrimiento de alimentos fermentados se da principalmente por la fermentación de bacterias en las que prevalecen las bacterias lácticas del género Bacillus y en algunos casos las entero bacterias (Plaza Chacho, 2019).

El Kéfir o “Champaña de la leche”, en la antigüedad se denominaba la bebida del profeta, producido por medio de “granos del profeta Mahoma”, se le conocía con ese nombre en la antigüedad ya que él fue el impulsor de tal bebida fermentada en su población, tales como la antigua Asia, Europa o África. Los mismos que denominan a esta bebida como leche de búlgaros

que se lo realizaba a base de leche de oveja, búfalo, cabra, yegua, vaca, llama o de otra especie animal (Plaza Chacho, 2019).

El kéfir inicio su propagación a principios del siglo XX, el cual llevo primero a Moscú. Según las leyendas, se dice que la sociedad Rusa de Médicos, pidió a “Blándov” que era uno de los establecimientos más importante de la producción Quesera que comenzara a producir kéfir en Moscú. Por tal motivo la fábrica envió a una joven tecnóloga Irina Sájarova para obtener más información del origen de estos fermentos y adquirirlos para iniciar el proceso de producción del mismo, desde ese momento la bebida fue difundándose por toda la región de Moscú y el resto del mundo (Plaza Chacho, 2019).

2.3.2 Kéfir

El término ‘kéfir’ probablemente proviene de la palabra keyif del turco, la que significa ‘sentirse bien’, el kéfir es un producto lácteo fermentado a base de una bioactividad multifuncional. Esta bebida se procesa mediante la inoculación de gránulos de kéfir en la leche, la misma que constituye una fuente de compuestos con actividad biológica. La microbiota de los gránulos de kéfir está formada especialmente por levaduras, bifidobacterias y bacterias ácido lácticas y ácido acéticas (RODRÍGUEZ et al., 2017: p. 347).

Actualmente, el consumo de este producto lácteo fermentado sigue ganando popularidad a nivel internacional, se dice que esta bebida no simplemente aporta nutrientes, sino que también proporciona moléculas bioactivas que ayudan a la buena salud humana (RODRÍGUEZ et al., 2017: p. 347).

2.3.3 Gránulos de Kéfir

Los gránulos de kéfir son parecidos a una coliflor por su forma de una masa gelatinosa, los mismos que están ligados por componentes como polisacáridos, azúcares, proteínas y lípidos. Estos gránulos se encuentran unidos en una matriz de un carbohidrato fibrilar, posiblemente ramificado y formado de glucosa y galactosa, que se le denomina como kefirano. Las bacterias lácticas, acéticas y levaduras se localizan en el gránulo del kéfir mediante una agrupación simbiótica en la cual intercambian sus productos metabólicos esencialmente como fuente de energía y como factor de crecimiento. El gránulo de kéfir puede medir entre 3 y 30mm (Plaza Chacho, 2019).

Los gránulos de kéfir son un cultivo iniciador natural durante la producción de kéfir y, después del proceso de fermentación, se recupera filtrando la leche. Los gránulos de kéfir se definen por su superficie irregular, y multilocular, se acoplan por una única sección central y su color cambia de blanco a blanco amarillento, son flexibles y poseen una estructura viscosa y firme (Iniesta Pallarés, 2016).



Figura 3-2: Estructura macroscópica de los gránulos de kéfir

Fuente: (Iniesta Pallarés, 2016)

2.3.4 Bacterias del kéfir

Existen dos clases de bacterias como son las homofermentativas y heterofermentativas las primeras realizan un metabolismo homofermentativo, por el cual forman dos moles de ácido láctico por cada mol de hexosa. En cambio, las segundas realizan un metabolismo heterofermentativo, generando una mol de CO₂, una mol de etanol o ácido acético y una mol de ácido láctico, al metabolizar una mol de hexosa. Es importante diferenciar los dos tipos de bacterias ya que cada una proporciona una composición diferente al producto obtenido y posee propiedades organolépticas distinto (Iniesta Pallarés, 2016).

La Tabla 3-2 especifica las bacterias ácido lácticas (LAB) homofermentativas, conteniendo especies de *Lactobacillus* y de *Lactococcus*, y las bacterias ácido lácticas heterofermentativas que han sido identificadas en los gránulos de kéfir y en su producto de bebida fermentada.

Tabla 3-2: Bacterias homofermentativas y heterofermentativas en gránulos de kéfir

LAB Homofermentativas		LAB Heterofermentativas
<i>Lactobacillus</i> spp	<i>Lactococcus</i> spp	
<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	<i>L. kefir</i> , <i>L. parakefir</i> , <i>L. fermentum</i> & <i>L. brevis</i>
<i>L. helveticus</i>		Cepas citrato – positivas de <i>L. lactis</i> (<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar <i>diacetylactis</i>)
<i>L. kefir</i> subsp. <i>kefir</i>	<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>
<i>L. kefir</i> subsp. <i>granum</i>		<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i>
<i>L. acidophilus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	

Fuente: (Iniesta Pallarés, 2016)

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

2.3.5 Levaduras del Kéfir

Las levaduras del Kéfir son menos estudiadas que las bacterias del mismo, sin embargo las levaduras producen metabolitos que favorecen a las propiedades sensoriales típicas y deseadas del kéfir. Las principales levaduras que se encuentran en el kéfir y en los gránulos de kéfir capaces de ser lacto fermentativas o no lacto fermentativas son las que se muestran en la Tabla 4-2.

Tabla 4-2: Levaduras lactofermentativas y no lactofermentativas en gránulos de kéfir

LEVADURAS LACTOFERMENTATIVAS	LEVADURAS NO LACTOFERMENTATIVAS
Kluyveromyces marxianus/Candida kefyr	Saccharomyces cerevisiae
	Torulaspota delbrueckii
Kluyveromyces lactis var. lactis	Pichia fermentans
	Kazachstania unispora
Debaryomyces hansenii	Saccharomyces turicensis
	Issatchenkia orientalis
Dekkera anomala	Debayomyces occidentalis

Fuente: (Iniesta Pallarés, 2016)

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

2.3.6 Composición química y nutricional del kéfir

Los primordiales productos de la fermentación del kéfir son ácido láctico, etanol y CO₂, los mismo que otorgan a esta bebida viscosidad, acidez y un bajo contenido en alcohol. De la misma manera se puede encontrar diferentes componentes mínimos como diacetil, acetaldehídos, etilo y amino ácidos, que favorecen a la composición de su sabor. Esta bebida se diferencia de otros productos lácteos fermentados porque no es consecuencia de la actividad metabólica de un solo microorganismo o un pequeño grupo de especies microbianas (Iniesta Pallarés, 2016).

La composición del kéfir es versátil y no está bien definida. Depende del origen, contenido graso de la leche, la composición de los gránulos de kéfir y el proceso tecnológico que se realiza para la producción del kéfir. La composición química del kéfir se muestra en la Tabla 2-5.

Tabla 5-2: Composición química y datos nutricionales del kéfir

Componentes	Por 100 g	Componentes	Por 100 g
Energía	56 kcal	Contenido mineral	
Grasa (%)	3.5	Calcio (g)	0.12
Proteína (%)	3.3	Fósforo (g)	0.10
Lactosa (%)	4.0	Magnesio (g)	12
Agua (%)	87.5	Potasio (g)	0.15
		Sodio (g)	0.05
		Cloruro (g)	0.10
Ácido de la leche (g)	0.8	Oligoelementos	
Alcohol etílico (g)	0.9	Hierro (mg)	0.05
	1	Cobre (µg)	12

Ácido láctico (g)	13	Molibdeno(μg)	5.5
Colesterol (mg)	40	Manganeso (μg)	5
Fosfatos (mg)		Zinc (mg)	0.36
Amino ácidos esenciales (g)		Compuestos Aromáticos	-
Triptófano	0.05	Acetaldehído	-
Fenilalanina + Tirosina	0.35	Diacetilos	-
Leucina	0.34	Acetoina	-
Isoleucina	0.21		
Treonina	0.17		
Metionina + Cisteína	0.12		
Lisina	0.27		
Valina	0.22		
Vitaminas (mg)		Vitaminas (mg)	
A	0.06	B12	0.5
Caroteno	0.02	Niacina	0.09
B1	0.04	C	1
B2	0.17	D	0.08
B6	0.05	E	0.11

Fuente: (Iniesta Pallarés, 2016)

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

2.3.7 Tipos de Kéfir

Para la elaboración de cualquier tipo de kéfir es preciso que estos gránulos entren en contacto en un medio rico en nutrientes, como la leche o agua azucarada, por lo tanto, dichos gránulos consumirán los nutrientes para efectuar sus funciones vitales, multiplicarse y crecer en el medio al que han sido determinados. Cuando consumen los azúcares, estos liberan en la bebida los subproductos de su metabolismo (TRUJILLO ESTRELLA, 2019).

Podemos clasificar al kéfir por el medio en el que se desarrolla, por lo tanto, tenemos el kéfir de agua, kéfir de leche y kéfir de té o kombucha, para diferenciarles es indispensable conocer las particularidades de cada uno, ya que las especies que constituyen esos grupos microbianos se han acondicionado al medio en donde son cultivados (TRUJILLO ESTRELLA, 2019).

Realmente todos los tipos de kéfir son un cultivo de aspecto granuloso y formado por cepas de levaduras. Un aspecto que se puede diferenciar entre estos gránulos es el color, ya que los de agua son transparentes, así como los de té, mientras que los de leche tiene un color blanquecino.

Un aspecto importante es que los gránulos de kéfir de leche son los adecuados porque en la leche existe grasas, lactosa y proteínas lácteas para que el kéfir use los nutrientes para la fermentación, un microorganismo que es dependiente de ácido graso, en agua azucarada, y no podría sobrevivir, en cambio el Kéfir de agua para poder realizar la fermentación de la leche o viceversa, posiblemente funcione y lo fermente parcialmente, pero estaría lejos del resultado apropiado (TRUJILLO ESTRELLA, 2019).

Según la NTE INEN 2395:2011 (INEN , 2011) el Kéfir de leche se clasifica por la intensidad de su grado alcohólico en suave y fuerte. El suave posee un rango de porcentaje alcohólico de 0.5 a 1.5%, y el fuerte posee un máximo de 3% de alcohol.

2.3.7.1 *Kéfir de Leche*

El kéfir es una bebida elaborada a partir de una mezcla de fermentaciones ácidas y alcohólicas de la leche. El ácido lo originan organismos semejantes a *Streptococcus lactis* y *Lactobacillus bulgaricus*, y el alcohol es producido por levaduras fermentadoras de la lactosa, pero posiblemente no son fundamentales para la elaboración del Kéfir. El contenido de ácido láctico tiene un valor de alrededor del 0,8% y el nivel de alcohol es de alrededor del 1,0%. El dióxido de carbono es otro subproducto importante de la fermentación en kéfir que provoca su efervescencia (TRUJILLO ESTRELLA, 2019).

La bebida kefirada obtiene un sabor efervescente natural, refrescante, ácido y levemente agrio, con una esencia suave a levadura fresca, la coagulación de la leche es el resultado de la precipitación de las proteínas de la leche y esto se da por el descenso de pH por la presencia de ácido láctico, se elimina el calcio y el ácido fosfórico por medio de una peptonización, se forma ácido láctico, carbónico, butírico y acético (TRUJILLO ESTRELLA, 2019).



Figura 4-2: Granos de Kéfir de Leche

Fuente: (TRUJILLO ESTRELLA, 2019)

2.3.7.2 *Kéfir de Agua*

El kéfir de agua es un producto fermentado a partir de agua, es una bebida muy reconocida en Rusia. El kéfir de agua es una combinación de diferentes bacterias y levaduras en la cual conviven mediante una simbiosis. Estas son las que se encargan de desarrollar la doble fermentación láctica y alcohólica. Estos granos tienen un aspecto gelatinoso irregular de consistencia elástica de un color amarillento o anaranjado. Estos gránulos del kéfir de agua son más pequeños que los de leche y su estructura no es en racimos, el sabor de estos gránulos se iguala a la limonada, la

aparición es transparente, suelta y de tono marrón claro. Externamente su superficie es rugosa y compacta, según algunos estudios se dice que, si uno de los granos se derriba sobre una superficie, estos revolarían como si fueran elásticos (Plaza Chacho, 2019).



Figura 5-2: Granos de Kéfir de Agua

Fuente: (Salas, 2017)

2.3.7.3 Kéfir de té o kombucha

La kombucha o kéfir de té, es una bebida que posee un conjunto de microorganismos que viven en simbiosis los mismo que son una bacteria de ácido acético *acetobacter xylinum* y dos de levaduras, *Zygosaccharomyces rouxii* y *Candida sp.* Estos microorganismos crecen sobre una bebida de té azucarada fría, en este tipo de fermentación es usado el té negro, verde o rojo. El continuo crecimiento de estos microorganismos genera un círculo espeso en la superficie de la solución, el cual adquiere grosor mientras el transcurso de los días. Al transcurrir algunos días los microorganismos van absorbiendo el sabor dulce del té. El tipo de fermentación de la kombucha es distinto porque el proceso consiste en tapar el recipiente, para impedir el contacto del producto con el exterior, esta fermentación se cumple solo si el recipiente está tapado (Plaza Chacho, 2019).

2.4 Leche

2.4.1 Composición y valor nutricional de la leche

La leche es una fuente de mucha importancia por las cantidades esenciales que contiene de algunos nutrientes tales como energía 130 kcal, proteína 6,2 g y grasa 7,6 g en una ración media de 200 ml. El agua es el componente esencial de la leche en porcentajes que varían en promedio entre 68 y 91% del contenido total (FINUT y FEN, 2016).

La leche es una fuente de proteínas de alto valor biológico e hidratos de carbono, principalmente en forma de lactosa, además de grasas, calcio, magnesio, fósforo, zinc y otros minerales, vitaminas del complejo B y vitaminas A y D, los mismos que cumplen funciones primordiales en el organismo. Sin embargo, la leche no es un alimento totalmente completo, así como ningún

alimento de nuestra dieta diaria, ya el contenido de algunos nutrientes, como hierro y vitamina C, es relativamente pobre (FINUT y FEN, 2016).

Tabla 6-2: Composición Nutricional de la leche

Composición Nutricional	LECHE ENTERA			LECHE SEMIDESNATADA			LECHE DESNATADA		
	100 g PC	250 ml (1 ración)	/1000 kcal	100 g PC	250 ml (1 ración)	/1000 kcal	100 g PC	250 ml (1 ración)	/1000 kcal
Energía (kcal)	65,4	163,8		47,6	119		37	92,5	
Proteínas (g)	3,1	7,8	47,4	3,5	8,8	73,5	3,9	9,8	105
Grasa (g)	3,8	9,5	58,1	1,6	4	33,6	0,2	0,5	5,4
Colesterol (mg)	14	35	214	6,3	15,8	132	2,6	6,5	70,3
Agua (g)	88,4	221,3	1352	90,1	225	1893	91	227,5	2459
Calcio (mg)	124	310	1896	125	312,5	2626	121	302,5	3270
Hierro (mg)	0,09	0,2	1,4	0,09	0,2	1,9	0,09	0,2	2,4
Potasio (mg)	157	392,5	2401	155	387,5	3256	150	375	4054
Vitamina C (mg)	1,4	3,5	21,4	0,52	1,3	10,9	1,7	4,3	45,9
Vitamina A (µg)	46	115	703,4	18,9	47,3	397,1	Trazas	Trazas	Trazas
Vitamina D (µg)	0,03	0,1	0,46	0,02	0,1	0,42	Trazas	Trazas	Trazas
Vitamina E (mg)	0,1	0,3	1,5	0,04	0,1	0,84	Trazas	Trazas	Trazas

Fuente: (FINUT y FEN, 2016)

PC, porción comestible

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

2.4.2 Clasificación de la Leche

Según la clasificación de la leche para el consumo del ser humano tiene como referencia cuatro características que son:

- El tipo de grasa que incluye (entera, parcialmente descremada, descremada).
- El primer proceso aplicado (rehidratada, reconstituida, deslactosada).
- El segundo proceso elaborado (pasteurizada, ultra pasteurizada, micro filtrada ultra, evaporada, condensada, azucarada, deshidratada o en polvo, concentrada).
- La transformación del sabor original (si se adiciona o no sabor).

Con respecto a lo anterior, establece diferentes denominaciones comerciales definidas que son:

Leche pasteurizada: Es aquella que ha sufrido un proceso de pasteurización, estandarizada o no, para cumplir con parámetros del mismo referente al contenido de lactosa, grasa, sólidos totales, caseína y otros ingredientes.

Leche ultra pasteurizada: Es aquella la que ha sufrido el proceso de ultra pasteurización, estandarizada o no, para cumplir con ciertos parámetros.

Leche micro filtrada ultra: Es aquella que se adquiere de la fase de leche descremada, separada, micro filtrada, pasteurizada y agregada o no crema ultra pasteurizada. La utilización de empaques y envases asépticos preserva al producto de reincidencia de infecciones y logra reducir al mínimo cualquier modificación fisicoquímica u organoléptica.

Leche evaporada: Es aquella que se obtiene de la eliminación parcial del agua de la leche hasta lograr una determinada concentración de sólidos de leche no grasos y grasa butírica, estandarizada o no, para cumplir con los parámetros adecuados.

Leche condensada azucarada: Es aquella que se obtiene por medio de la evaporación del agua de la leche mediante una presión reducida, la cual es incorporada sacarosa y/o dextrosa u otro edulcorante natural, hasta lograr una determinada concentración de grasa butírica y sólidos totales, para que se pueda ajustar a ciertas especificaciones.

Leche en polvo o leche deshidratada: la que ha sido sometida a un proceso de deshidratación, estandarizada o no, para cumplir con las especificaciones descritas.

Leche concentrada: Es aquella obtenida mediante la remoción parcial de agua de la leche, mediante ultrafiltración, ósmosis inversa o por añadir productos propios de la leche hasta conseguir la concentración deseada, para obtener las especificaciones deseadas.

Leche rehidratada: Es aquella que se da la adición de agua (para uso y consumo humano o purificada) a la leche en polvo, y estandarizada con grasa butírica en cualquiera de sus formas.

Leche reconstituida: Se elabora mediante leche en polvo descremada o ingredientes propios de la leche, como puede ser la caseína, grasa butírica, suero de leche, agua para uso y consumo humano, con una mínima cantidad de 30 g por litro de proteína propia de la leche y 80% de caseína con respecto a proteína total, para lograr cantidades necesarias para ajustar el producto a las descripciones de composición y propiedades sensoriales de la leche.

Leche deslactosada: Es aquella que sufre el proceso de degradación de la lactosa mediante lactasa para cumplir con las especificaciones deseadas.

Leche saborizada: Es aquella que se le ha agregado otros ingredientes como saborizantes, edulcorantes y colorantes naturales o artificiales, y con un contenido de al menos 85% de leche apta para consumo humano, para cumplir con las especificaciones deseadas.

2.5 Procesos Industriales empleados en la elaboración del producto

2.5.1 Fermentación

La fermentación es un procedimiento por el cual se da la transformación del alimento (el cereal, la fruta o, eventualmente, la leche) se origina por la acción de microorganismos del medio ambiente, los cuales, utilizan componentes disponibles del alimento, reproduciéndose y transformando el sabor, el color, el olor, la textura e incluso el valor nutricional del producto en el cual crecen y provocan la fermentación (LA BIOTECNOLOGÍA ALIMENTARIA ANTIGUA: LOS ALIMENTOS FERMENTADOS, 2014).

Las fermentaciones son procesos metabólicos de levaduras y bacterias que convierten compuestos químicos orgánicos en otros compuestos como son el etanol, ácido láctico y ácido butírico. Estos procesos han sido utilizados por el ser humano desde hace mucho tiempo atrás, mediante el cual se puede preservar los alimentos y producir otros como son bebidas, yogur, quesos, kumis, chocolate, cerveza, vinos, panes y encurtidos. En los últimos años gracias a estos procesos también se ha logrado desarrollar una variedad de antibióticos, medicamentos, ácidos y combustibles, y otros productos industriales (Puerta Quintero , 2010).

Gracias a las fermentaciones se puede conservar los alimentos debido al alcohol y los ácidos formados, formando diferentes compuestos que son los que otorgan los sabores, aromas y texturas, como el acetaldehído que otorga al yogur su aroma propio, los diacetilos que le dan el sabor y aroma a la mantequilla, y los ésteres y aldehídos que le dan el aroma al vino. (Puerta Quintero , 2010).

La fermentación es un procedimiento catabólico de oxidación incompleta, consiguiendo finalmente un compuesto orgánico. La fermentación se da anaeróbicamente porque no necesita la presencia de oxígeno; esto significa que el aceptor final de electrones de NADH procedente de la glucólisis no es el oxígeno, sino un compuesto orgánico que se reducirá para reoxidar el NADH a NAD⁺. (Bailón Neira, 2012).

Las fermentaciones se pueden realizar naturalmente, cuando las condiciones ambientales permiten la interacción entre los microorganismos y los sustratos orgánicos susceptibles; o se puede dar artificialmente, cuando el ser humano propicia condiciones y el contacto referido. (Bailón Neira, 2012).

2.5.1.1 Fermentación Láctica

La fermentación láctica es el bioproceso dado por Bacterias Ácido Lácticas (BAL) en la cual la energía celular se deriva de la fermentación de carbohidratos para la producción de ácido láctico

esencialmente. Se lleva a cabo el proceso mediante dos rutas metabólicas diferentes: fermentación homoláctica y heteroláctica. En la ruta homofermentativa el resultado es lactato que es el producto principal a partir de la degradación de la glucosa mediante la vía glucolítica Emden-Meyerhof Parnas (EMP), mientras que la ruta heterofermentativa produce cantidades aproximadamente equimolares de lactato, etanol/acetato, y dióxido de carbono a partir de glucosa mediante la vía 6-fosfogluconato/fosfocetolasa (Mora Adames, 2017).

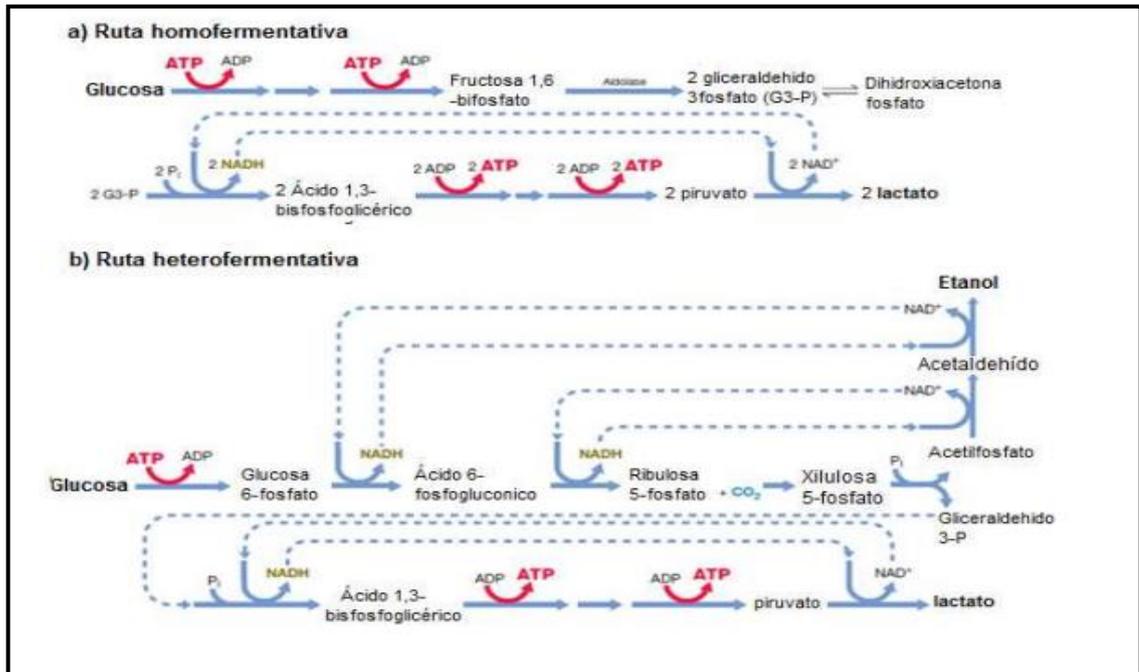


Figura 6-2: Rutas metabólicas de la fermentación láctica

Fuente: (Mora Adames, 2017)

2.5.2 Pasteurización

La pasteurización es el procedimiento en el que intervienen el tiempo y la temperatura, con la finalidad de destruir los microorganismos patógenos que se encuentran en la leche cruda. Igualmente, reduce la flora asociada, lo cual prolonga la vida útil del producto sin alterar su composición química y sus características organolépticas (Guaraca Pino., y otros, 2019).

Gracias a la pasteurización se puede eliminar los microorganismos causantes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's), no modifica la concentración de vitaminas y proteínas presentes en la leche y se fabrican subproductos lácteos de mejor calidad (Guaraca Pino., y otros, 2019).

2.5.3 Evaporación

La evaporación es el proceso continuo para el cambio de una sustancia del estado líquido al gaseoso, se genera en la superficie del líquido mediante cualquier valor de temperatura hasta que

se satura de vapor el espacio inmediato al líquido. La evaporación en un sistema abierto depende del tamaño de la superficie expuesta, del tipo de sustancia y de la cantidad de porcentaje de vapor en los alrededores. La velocidad de evaporación aumenta cuanto más seca esté la capa de aire en contacto con el líquido, es decir, cuanto más alejada esta de la saturación; pero si el aire está saturado la evaporación finaliza.

En el proceso cuando las moléculas del líquido dejan la superficie y se agregan al vapor, lo hacen porque vencen las fuerzas atractivas que están en el estado líquido. Estas fuerzas son intensas por que las moléculas se encuentran cerca unas de otras en el líquido. Para dominar estas fuerzas atractivas se requiere energía, la cual se denomina calor de vaporización del líquido. La evaporación de cualquier líquido depende de muchos factores como; la temperatura del líquido y de los alrededores, el tamaño de la superficie del líquido expuesta al aire interiormente en el recipiente, la distancia de esa superficie en relación a la boca del recipiente, la forma del recipiente, la humedad relativa del aire, la presión de vapor y la presión externa, las corrientes de aire, los contaminantes presentes en el líquido y, desde luego, de la naturaleza del líquido.

CAPITULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ingeniería del Proyecto

3.1.1 Tipo de Estudio

El presente proyecto es de tipo técnico que tiene como finalidad diseñar un proceso industrial para la elaboración de yogur griego en la Planta de lácteos “TUNSHI-ESPOCH”, requiere de varias Operaciones Unitarias necesarias para el proceso a nivel de laboratorio, revisiones bibliográficas, recopilación de datos y parámetros que cumplan con las normativas aplicadas , para la correcta identificación de las variables que se encuentran implícitas en la elaboración del producto y verificación de resultados, obteniendo un adecuado diseño del proceso que cumpla con las necesidades de los interesados.

3.1.2 Métodos y técnicas

3.1.2.1 Métodos

Para el desarrollo del presente proyecto técnico se basará en los métodos Inductivo, Deductivo y Experimental, con la finalidad de analizar datos conseguidos y condiciones operacionales adecuadas para el diseño industrial del producto, y de esta manera poder cumplir los objetivos planteados para la elaboración de yogur griego con mermelada de fruta.

Método Deductivo: Con la aplicación de dicho método se logra llegar al producto deseado que cumpla con las normas especificadas, mediante distintas pruebas de laboratorio para la elaboración de yogur y mermelada, recolectando datos para la facilidad e implementación de los equipos que se emplearan en todo el proceso.

Método Inductivo: Gracias a este método se puede controlar si la materia prima es factible para el proceso de producción, mediante la comparación de los datos de la muestra con los requisitos específicos de las normas establecidas tales como físico químicas y microbiológicas.

Método Experimental: Mediante este método se utilizarán los equipos apropiados para el control de los datos obtenidos, simulando el diseño de elaboración del producto a nivel de laboratorio y se comprobará que el producto cumpla con la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2395:2011. Leches Fermentadas. Requisitos.

3.1.2.2 Técnicas

Para el correcto proyecto técnico es necesario la implementación de distintas técnicas basadas en las normas INEN que facilitarán el correcto control y verificación de la materia prima tanto para el yogur como para la mermelada, obteniendo así un producto de calidad que cumplan normativas especificadas con el objetivo de validar el diseño industrial del proceso. Las técnicas utilizadas se describen a continuación:

➤ **Materia prima yogur**

Tabla 1-3: Determinación de acidez titulable.

Parámetro	Norma	Objetivo	Materiales y Reactivos	Procedimiento
Acidez titulable como ácido láctico	NTE INEN 13	Establecer el método para determinar la acidez titulable de la leche cruda.	- Balanza analítica - Matraz Erlenmeyer - Matraz aforado - Bureta - Estufa - Desecador - Hidróxido de Sodio - Fenolftaleína - Agua Destilada	- Se lavó y secó el matraz Erlenmeyer en la estufa a $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 30 min. Se dejó enfriar en el desecador y se pesó con aproximación al 0,1 mg. - Se invirtió lentamente de tres a cuatro veces, la botella que contiene la muestra preparada e inmediatamente se transfirió al matraz Erlenmeyer y se pesó con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 20 g de muestra. - Se diluyó el contenido del matraz con un volumen dos veces mayor de agua destilada, y se agregó 2 cm^3 de solución indicadora de fenolftaleína. - Se agregó y mezcló lentamente la solución 0,1N de hidróxido de sodio, hasta conseguir un color rosado persistente. - Se continuó agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 s.
Cálculos				
$A = 0,090 \frac{V * N}{m_1 - m} * 100$				
Dónde:				
<i>A = acidez titulable de la leche</i>				
<i>V = volumen de la solución de NaOH, en cm^3</i>				
<i>N = normalidad de la solución de NaOH</i>				
<i>m = masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g</i>				
<i>m_1 = masa del matraz Erlenmeyer con la leche, en g</i>				

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico TOX - CHEM

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Tabla 2-3: Determinación de ceniza y solidos totales

Parámetro	Norma	Objetivo	Materiales y Reactivos	Procedimiento
Ceniza y Sólidos totales	NTE INEN 14	Establecer el método para determinar la ceniza y solidos totales de la leche cruda.	<ul style="list-style-type: none"> - Balanza analítica - Cápsula de platino - Estufa - Desecador - Mufla - Baño María 	<ul style="list-style-type: none"> - Se lavó y secó la capsula en la estufa ajustada a $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 30 min. - Se invirtió lentamente de tres a cuatro veces, la botella que contiene la muestra preparada e inmediatamente se transfirió a la cápsula y se pesó con aproximación al 0,1 mg aproximadamente 5 g de muestra. - Se colocó la cápsula en el baño María a ebullición durante 30 min, cuidando que su base quede en contacto directo con el vapor. - Se transfirió la cápsula a la estufa ajustada a $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y se calentó durante 3 horas. - Se dejó enfriar la cápsula en el desecador y se pesó con aproximación al 0,1 mg. Se repitió el proceso por periodos de 30 min, hasta que no haya disminución en la masa. - Se colocó la cápsula cerca de la puerta de la mufla abierta y se mantuvo allí durante unos pocos minutos para evitar pérdidas por proyección de material que podrían ocurrir si la capsula se introduce directamente en la mufla. - Se introdujo la cápsula en la mufla a $530^{\circ} \pm 20^{\circ}\text{C}$ hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón. - Se secó la cápsula, dejando enfriar en el desecador y se pesó con aproximación al 0,1 mg. Repitiendo la incineración por periodos de 30 min, hasta que no haya disminución en la masa.
Cálculos				
$S = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} * 100$			$C = \frac{m_3 - m}{m_2 - m} * 100$	
<p>Dónde: <i>S = sólidos totales, en porcentaje de masa</i> <i>m = masa de la cápsula vacía, en g</i> <i>m₂ = masa de la cápsula con la leche, en g</i> <i>m₁ = masa de la cápsula con los solidos totales, en g</i></p>			<p>Dónde: <i>C = cenizas, en porcentaje de masa</i> <i>m = masa de la cápsula vacía, en g</i> <i>m₂ = masa de la cápsula con la leche, en g</i> <i>m₃ = masa de la cápsula con las cenizas, en g</i></p>	

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico TOX - CHEM

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Tabla 3-1: Determinación de la densidad relativa

Parámetro	Norma	Objetivo	Materiales y Reactivos	Procedimiento
Densidad Relativa	NTE INEN 11	Establecer el método para determinar la densidad relativa de la leche cruda.	- Lactodensímetro - Probeta de 250 cm ³ - Termómetro - Baño de agua	- Se llevó la muestra a una T aproximadamente de 20° C y se mezcló hasta que este homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación. - Se mantuvo inclinada la probeta para evitar la formación de espuma, vertiendo la muestra hasta llenar la probeta completamente. - Se introdujo la probeta en el baño de agua, en tal forma que el nivel de agua quede de 1cm a 3cm por debajo del borde de la probeta. - Se esperó que el lactodensímetro se quedara en reposo y se dio lectura al valor que se registrará como d.
Cálculos				
$d_{20} = d + 0,0002(t - 20)$				
Dónde:				
d_{20} = densidad relativa a 20/20° C				
d = densidad aparente a t °C				
t = temperatura de la muestra durante la determinación, en °C				

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico TOX - CHEM

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Tabla 4-3: Determinación del ensayo de reductasa

Parámetro	Norma	Objetivo	Materiales y Reactivos	Procedimiento
Ensayo de reductasa (azul de metileno)	NTE INEN 18	Establecer el método para el ensayo de las reductasas, con azul de metileno, usado para verificar, en forma indirecta, el grado de desarrollo microbiano en la leche fresca.	<ul style="list-style-type: none"> - Pipeta aforada de 10 cm^3, estéril. - Pipeta aforada de 1 cm^3, estéril. - Tubos de ensayo, estériles. - Taponos de goma, estériles. - Baño de agua. - Solución de azul de metileno. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se enjuago aseptícamente la pipeta de 10 cm^3, con la leche que se va a ensayar; se midió exactamente 10 cm^3 de leche y se colocó aseptícamente en el tubo de ensayo. -Se agregó 1 cm^3 de la solución de azul de metileno, teniendo cuidado de no introducir la pipeta en la leche ni mojar la pared interna del tubo. - Se tapó el tubo con un tapón de goma y se calentó en el baño de agua a $37 \pm 0,5$ °C durante un tiempo no mayor de 5 min. - Se invirtió el tubo varias veces hasta homogeneizar su contenido e inmediatamente, se colocó verticalmente en el baño de agua a $37 \pm 0,5$ °C, protegido de la luz solar o artificial, para la incubación. - Se repitió la inversión cada media hora, y se tomó como tiempo de reducción el intervalo transcurrido desde la puesta en incubación hasta que la mezcla de leche con azul de metileno se haya decolorado totalmente.

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico TOX - CHEM

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Tabla 5-3: Determinación de la reacción de estabilidad proteica

Parámetro	Norma	Objetivo	Materiales y Reactivos	Procedimiento
Reacción de estabilidad proteica	NTE INEN 1500	Establecer el método de ensayo cualitativo para la determinación de la calidad de la leche.	<ul style="list-style-type: none"> - Tubos de ensayo - Pipetas graduadas de 5 cm^3. - Gradilla - Solución acuosa de alcohol etílico 	<ul style="list-style-type: none"> - Se transfirió 5 cm^3 de muestra a un tubo de ensayo y se añadió 5 cm^3 de la solución acuosa de alcohol etílico. -Se tapó el tubo y se agito invirtiéndolo dos o tres veces observando su aspecto. - Si no existe precipitación o formación de coágulos de la leche, se reporta como negativa la prueba de alcohol y se dice que esta presenta estabilidad proteica.

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico TOX - CHEM

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

➤ **Materia prima mermelada**

Tabla 6-3: Determinación de °BRIX

Parámetro	Norma	Objetivo	Materiales y Reactivos	Procedimiento
° BRIX	CODEX STAN 247-2005	Determinar los grados Brix es decir la cantidad de solidos totales presentes en la pulpa de la fruta.	- Refractómetro - Piseta - Agua destilada	- Se calibró el equipo. -Se colocó una gota de muestra en el lente de medición. - Se dio lectura a los datos obtenidos con el equipo.

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Tabla 7-3: Determinación de pH

Parámetro	Norma	Objetivo	Materiales y Reactivos	Procedimiento
pH	CODEX STAN 247-2005	Determinar el potencial de hidrógeno (pH) de la fruta	- Potenciómetro con electrodos de vidrio. - Vaso de precipitación de 500 ml - Agitador - Agua destilada	- Se preparó la muestra y se colocó en el vaso de precipitación lo suficiente para introducir el electrodo por completo. -Se comprobó que el potenciómetro este correctamente calibrado. - Se determinó el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, teniendo cuidado de no tocar las paredes del recipiente. - Se dio lectura y se anotó el resultado.

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

3.1.2.3 Requisitos de la leche cruda

La NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 9:2015. Leche Cruda, nos da a conocer los parámetros necesarios para el cumplimiento y control de la misma. Dichos requisitos se especifican en las siguientes tablas:

Tabla 8-3: Requisitos físico- químicos de la leche cruda

Requisitos	Unidad	Min.	Máx.	Método de ensayo
Densidad relativa a 15°C a 20°C	g/mL	1.029 1.028	1.032 1.033	NTE INEN 11
Materia grasa	%	3	-	NTE INEN-ISO-2446
Acidez titulable como ácido láctico	%	0.13	0.17	NTE INEN 13
Sólidos totales	%	11.2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	%	8.2	-	-
Cenizas	%	0.65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación	°C	-0.536	-0.512	NTE INEN-ISO-5764
Proteínas	%	2.9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa	h	4	-	NTE INEN 18

Fuente: (INEN , 2011)

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Los análisis para la caracterización del yogur se basan en la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2395:2011. Leches Fermentadas las mismas que se detallan en las siguientes tablas:

Tabla 9-3: Cantidad de microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

PRODUCTO	Yogurt, kumis, kéfir, leche cultivada, leches fermentadas con ingredientes y leche concentrada fermentada MÍNIMO	Kéfir y kumis Mínimo
Suma de microorganismo que comprenden el cultivo definido para cada producto.	10^7 UFC/g	---
Bacterias probióticas.	10^6 UFC/g	---
Levaduras.	---	10^4 UFC/g

Fuente: (INEN , 2011)

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Tabla 10-3: Requisitos microbiológicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de E. coli, UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-8

Fuente: (INEN , 2011)

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Tabla 11-3: Especificaciones de las leches fermentadas

REQUISITOS	ENTERA		SEMIDESCREMADA		DESCREMADA		METODO DE ENSAYO
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %	
Contenido de grasa.	2.5	---	1.0	<2.5	---	<1.0	NTE INEN 12
Proteína, % m/m En yogur, Kéfir, Kumis, Leche cultivada.	2.7	---	2.7	---	2.7	---	NTE INEN 16
Alcohol etílico, % m/v En Kéfir suave En Kéfir fuerte Kumis	0.5 --- 0.5	1.5 3.00 ---	0.5 --- 0.5	1.5 3.00 ---	0.5 --- 0.5	1.5 3.00 ---	NTE INEN 379
Presencia de adulterantes Grasa Vegetal Suero de leche	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500 NTE INEN 1500 NTE INEN 2401

Fuente: (INEN , 2011)

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

3.1.3 Descripción del proceso de elaboración del producto a nivel industrial

3.1.3.1 Selección de la materia prima

La materia prima utilizada en la elaboración de yogur es la leche cruda la cual fue examinada en el laboratorio para conocer los resultados de los análisis físico químicos y microbiológicos los mismos que cumplen los límites permitidos de cada parámetro de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 9:2015. Leche Cruda. Requisitos, por lo tanto, la materia prima es la adecuada para la producción de yogur griego. De la misma manera para la mermelada la fruta utilizada es la apropiada para el procedimiento.

3.1.3.2 Formulación Materia prima

En la siguiente tabla están explícitas las diferentes cantidades de materia prima evaluadas para el proceso de la elaboración del producto.

Yogur:

Tabla 12-3: Diferentes composiciones para la elaboración de yogur griego

Composición 1	Composición 2	Composición 3
1 L de leche cruda	2 L de leche cruda	3 L de leche cruda
80 g de Cultivo de Kéfir	100g de Cultivo de Kéfir	180 g de Cultivo de Kéfir
20 g leche en polvo	70 g de leche en polvo	90 g de leche en polvo
0,3 g sorbato de potasio	0,5 g sorbato de potasio	1,5 g sorbato de potasio

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

La formulación número 3 es la más apropiada para el producto luego de hacer diferentes pruebas con dichas formulaciones.

Mermelada:

Tabla 13-3: Diferentes composiciones para la elaboración de mermelada

Composición 1	Composición 2	Composición 3
400 g de fruta	400 g de fruta	400 g de fruta
300 g de azúcar	200 g de azúcar	100 g de azúcar
4 g de pectina	4 g de pectina	4 g de pectina
0,4 g de sorbato de potasio	0,4 g de sorbato de potasio	0,4 g de sorbato de potasio
1 g de ácido cítrico	1 g de ácido cítrico	1 g de ácido cítrico

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

La formulación número 3 es la más apropiada para el producto luego de hacer diferentes pruebas con dichas formulaciones.

3.1.3.3 Equipos y materiales

En la siguiente tabla se detallan los equipos y materiales principales utilizados para la elaboración del producto es decir para el yogur griego y la mermelada de fruta.

Tabla 14-3: Equipos y materiales de laboratorio

EQUIPOS	Balanza Analítica Reactor Marmita pH metro Refractómetro Pasteurizador
MATERIALES	Varilla de agitación Vaso de precipitación Termómetro Recipiente volumétrico Reciente de mezcla Cedazo Filtros Cucharón

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

3.1.3.4 Procesos de producción

➤ **Elaboración Yogur griego:**

1. Se receiptó la leche cruda y se filtró la misma, con el objetivo de eliminar objetos contaminantes que perjudiquen el producto final.



Figura 1-3: Recepción y filtrado de la leche

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

2. Se tomó una cantidad apropiada para los análisis de la leche cruda en frasco esterilizados.



Figura 2-3: Muestras Leche cruda

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

3. Con una cantidad de 3L de leche cruda se inició el proceso de pasteurización el mismo que consistió en llevar la materia prima a una temperatura de 80°C e inmediatamente bajar la temperatura a 40°C.



Figura 3-1: Pasteurización Leche cruda

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

4. Una vez alcanzada la temperatura deseada de 40°C, se procedió a colocar los hongos de kéfir en la materia prima.



Figura 4-3: Colocación de hongos Kéfir

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

5. Luego de la colocación de los hongos, se mezcló leche en polvo y se agitó para una correcta homogenización de la mezcla.



Figura 5-3: Agitación de la mezcla

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

6. La mezcla correctamente homogenizada se deja reposar en un recipiente de plástico durante 24 horas para que empiece el proceso de fermentación láctica el cual se explica en el punto 2.5.1.1 de la parte teórica del presente proyecto.



Figura 6-3: Fermentación de la leche

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

7. Luego de finalizar el proceso de pasteurización se da inicio a la filtración para obtener la correcta densidad y consistencia del yogur griego y se agrega el sorbato de potasio para su conservación.



Figura 7-3: Filtración Yogur

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

8. Finalmente se procede a envasar el producto obtenido y se coloca en refrigeración para su posterior conservación.

➤ **Elaboración Mermelada:**

1. Se recibió la mora, y se comenzó a retirar y limpiar correctamente todo lo inservible de la fruta.



Figura 8-3: Limpieza de la mora

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

2. Posteriormente se lavó con abundante agua la fruta.



Figura 9-3: Lavado de la mora

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

3. Luego se procedió a pesar los insumos como son: la fruta, el Stevia y la pectina que se colocarán en la mezcla para la obtención de mermelada.



Figura 10-3: Colocación de

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

4. Una vez pesados los ingredientes, se llevó a cabo la primera cocción de la fruta hasta disminuir la cantidad de la misma en un 50%.



Figura 11-3: Primera cocción de la fruta

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

5. Después de la primera cocción de la fruta con una T de 75°C, se añadió la mitad de la cantidad total de azúcar junto con el ácido cítrico.



Figura 12-3: Colocación de la mitad de la cantidad de azúcar

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

- Cuando la mezcla llegó a una temperatura de 85°C , se agregó la mitad de azúcar restante y la cantidad de pectina.

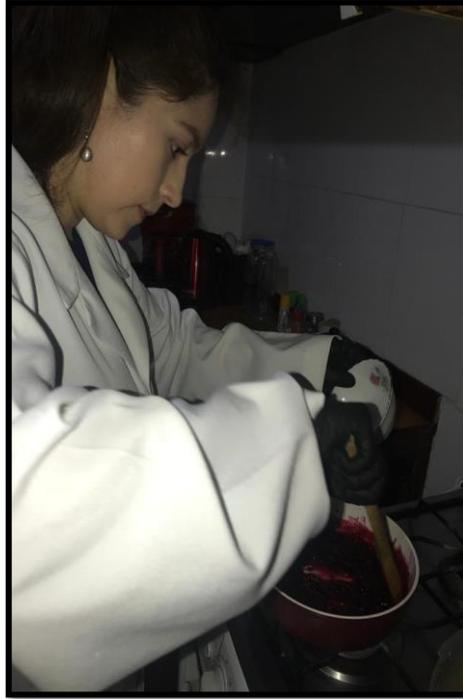


Figura 13-2: Colocación de la pectina

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

- Finalizada la colocación de todos los ingredientes y con constante agitación se espera que la mermelada llegue a una temperatura de 104°C para retirar del fuego.



Figura 14-3: Medición final de temperatura

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

8. Se midió los grados Brix alcanzados de la mermelada.



Figura 15-3: Medición Grados Brix

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

9. Finalmente se envasó al vacío con la finalidad de ampliar el tiempo de caducidad de la mermelada.

3.1.4 *Determinación de la mejor formulación*

Mediante análisis físicos químicos y sensoriales para la aplicación de la encuesta se elaboró muestras en base a la formulación 3 de cada producto, es decir de yogur griego y mermelada como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 15-3: Mejor formulación de yogur griego y mermelada

YOGUR GRIEGO	MERMELADA
3 L de leche cruda	400 g de fruta
180 g de Cultivo de Kéfir	100 g de azúcar
90 g de leche en polvo	4 g de pectina
1,5 g sorbato de potasio	0,4 g de sorbato de potasio
	1 g de ácido cítrico

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

La segregación de las formulaciones se efectuará de acuerdo a análisis sensoriales de cada una de las muestras que contienen yogur griego con mermelada de fresa y yogur griego con mermelada

de mora, para así conocer cuál será la más apropiada y aceptada a nivel industrial. Por tal motivo se realizó una encuesta a distintos jueces sensoriales afectivos escogidos al azar de la población. Los resultados obtenidos en la encuesta darán a conocer si el yogur griego con mermelada de fruta es aceptado en el mercado o no, ya que los jueces afectivos que participaron en la encuesta podrán ser los posibles consumidores, la prueba de análisis sensorial se realizó desde las 10:00 am hasta las 02:00 pm entregando pequeñas muestras de las dos formulaciones a un grupo de personas administrativas de la EP EMMPA, y a un grupo de familia.

- **Procedimiento:**

Para la identificación de cada una de las formulaciones se codificó de forma indistinta y secuencial como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 16-3: Codificación de las distintas formulaciones

Número de Formulación	Composición	Numero de Código
N-° 01	Yogur griego con mermelada de mora	YM01
N-° 02	Yogur griego con mermelada de fresa	YM02

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Las encuestas se llevaron a cabo el día 06 de octubre del 2020, con la participación de 100 jueces afectivos de toda edad, a cada participante se le entregó las dos muestras para la degustación de las mismas y se explicó cómo llenar de forma correcta la encuesta proporcionada por la encuestadora, la misma que se encuentra en el apartado de ANEXOS.

3.1.5 Variables del proceso

En el proceso de elaboración del producto las variables más importantes son las que se detallan en las tablas (3-21 y 3-22).

En todos los procesos que intervienen para la obtención de yogur griego es indispensable controlar las variables de temperatura, pH y tiempo los mismos que aseguran la correcta destrucción de microorganismos presentes en la leche cruda, el pH que debe alcanzar la homogenización en el proceso de incubación es de 4 a 4,5 para la correcta conservación del producto, de la misma manera el tiempo será indispensable controlar para poder efectuar cada proceso de la mejor manera.

Tabla 17-3: Variables del proceso de elaboración del yogur griego

Variable	Tipo	Principio	Medición	Operación Unitaria	Parámetro
Temperatura	Independiente	Nivel de calor que poseen los cuerpos.	Termómetro	Pasteurización	80 °C
				Fermentación	40 °C
				Enfriamiento	20 °C
pH	Dependiente	Estado de acidez o basicidad de una solución.	pH metro	Incubación	4 – 4,5
Tiempo	Dependiente	Duración de las operaciones unitarias presentes en el proceso.	Cronómetro	Pasteurización	30 min
				Fermentación	24 horas
				Filtración	12 horas
				Refrigeración	12 horas

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

De la misma manera es importante controlar las variables de temperatura, pH y ° Brix que intervienen para la obtención de mermelada que aseguran la correcta destrucción de microorganismos, el pH que debe alcanzar la homogenización en el proceso de evaporación es de 3,5 y 65 ° Brix para la correcta conservación del producto.

Tabla 18-3: Variables del proceso de elaboración de la mermelada

Variable	Tipo	Principio	Medición	Operación Unitaria	Parámetro
Temperatura	Independiente	Nivel de calor que poseen los cuerpos.	Termómetro	Evaporación	85 °C
pH	Dependiente	Estado de acidez o basicidad de una solución.	pH metro	Enfriamiento	3,5
° BRIX	Dependiente	Cantidad de sólidos solubles (azúcares) presentes en el producto.	Refractómetro	Enfriamiento	65 ° BRIX

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

3.1.6 Operaciones Unitarias de los procesos de elaboración de yogur griego

Yogur

3.1.6.1 Pasteurización

Aplicando la operación unitaria pasteurización explicada en el capítulo II en el punto 2.5.2 la misma que es muy importante en el proceso de elaboración del yogur ya que elimina los microorganismos patógenos presentes en la leche cruda para el presente proyecto se ha realizado el proceso de alcanzar una temperatura de 80°C, durante 30 min, que es el tiempo adecuado para disminuir la concentración de microorganismos.

3.1.6.2 Filtración

La filtración es una operación unitaria que consiste en separar el componente líquido del sólido mediante una malla fina la cual retiene la parte sólida en la superficie por motivo de la diferencia de presiones que existe en la solución.

En el proceso de elaboración de yogur griego la filtración está presente al inicio y al final del mismo, ya que en la recepción de la materia prima se necesita filtrar las partículas sólidas en suspensión que provienen del ordeño. Cuando se finaliza la fermentación la leche kefirada debe ser filtrada con el objetivo de separar el suero líquido, quedando así el producto que es yogur griego con una consistencia más espesa.

3.1.6.3 Homogenización

La homogenización es una operación unitaria que consiste en mezclar distintas sustancias miscibles o inmiscibles para obtener el producto deseado. En el proceso de elaboración del yogur griego en la primera etapa se adiciona el cultivo y la leche en polvo para la posterior fermentación finalizada la misma se coloca el conservante para minimizar el deterioro del producto.

Mermelada

3.1.6.4 Evaporación

Aplicando la operación unitaria evaporación explicada en el capítulo II en el punto 2.5.3 la misma que es importante en el proceso ya que en el mismo se concentra la mezcla que es la materia prima con los insumos necesarios para obtener el producto deseado que es la mermelada con una temperatura de evaporado igual a 85°C.

3.1.7 Balance de masa y energía

3.1.7.1 Balance de masa

YOGUR GRIEGO

- **Calculo de la masa que ingresa al inicio del proceso**

$$V = \frac{m}{\rho}$$

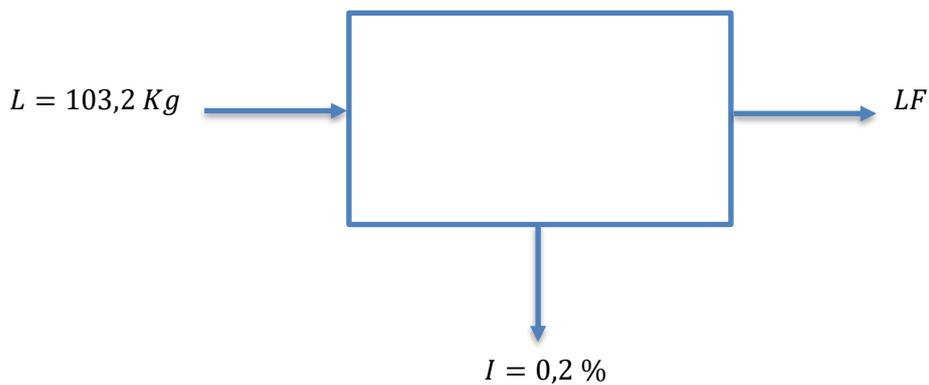
$$m = V * \rho$$

$$m = 100000 \text{ ml} * 1,032 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

$$m = 103200 \text{ g} * \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}}$$

$$m = 103,2 \text{ Kg}$$

- **Filtración**



Dónde:

L = Masa de la leche

I = Impurezas

LF = Leche filtrada

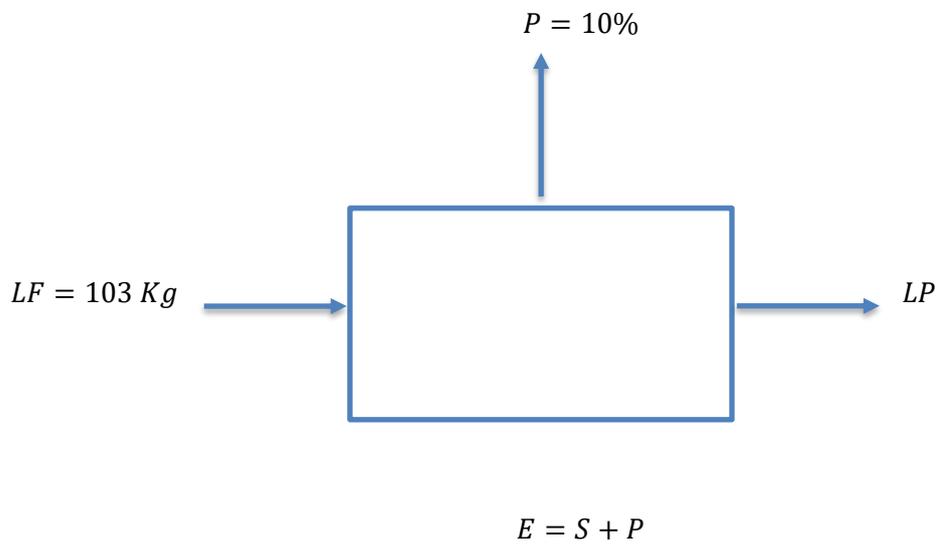
$$E = S + I$$

$$103,2 \text{ Kg} = S + 0,2$$

$$S = 103,2 \text{ Kg} - 0,2$$

$$S = 103 \text{ Kg}$$

- **Pasteurización**



Dónde:

$LF = \text{Leche filtrada}$

$P = \text{Pérdida por evaporación}$

$LP = \text{Leche pasteurizada}$

$$E = m_{\text{leche}}$$

$$E = 103 \text{ Kg}$$

Volumen de la mezcla

$$V_m = V_{leche}$$
$$100 L * \frac{1m^3}{1000L}$$

$$V_m = 0,1 m^3$$

En la pasteurización se produce una pérdida de volumen por evaporación, el cual se determinó experimentalmente un 10% de pérdida del volumen total, por lo tanto:

$$V_p = V_m * \% P$$

$$V_p = 0,1 m^3 * (0,10)$$

$$V_p = 0,01 m^3$$

$$m_p = V_m * \rho_{leche}$$

$$m_p = 0,01 m^3 * 1032 \frac{Kg}{m^3}$$

$$m_p = 10,32 Kg$$

$$E = S + m_p$$

$$S = E - m_p$$

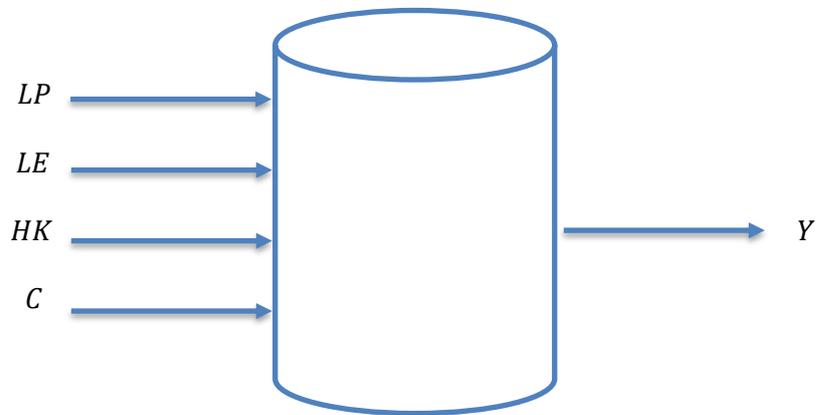
$$S = 103 Kg - 10,32 Kg$$

$$S = 92,68 Kg$$

- **Fermentación**

En el fermentador no se generan pérdidas de masa, por lo tanto:

$$E = S$$



Dónde:

LP = Masa de leche pasteurizada

LE = Masa de leche en polvo

HK = Masa de hongos de kéfir

C = Masa del conservante

Y = masa del yogur

$$E = m_{LP} + m_{LE} + m_{HK} + m_C$$

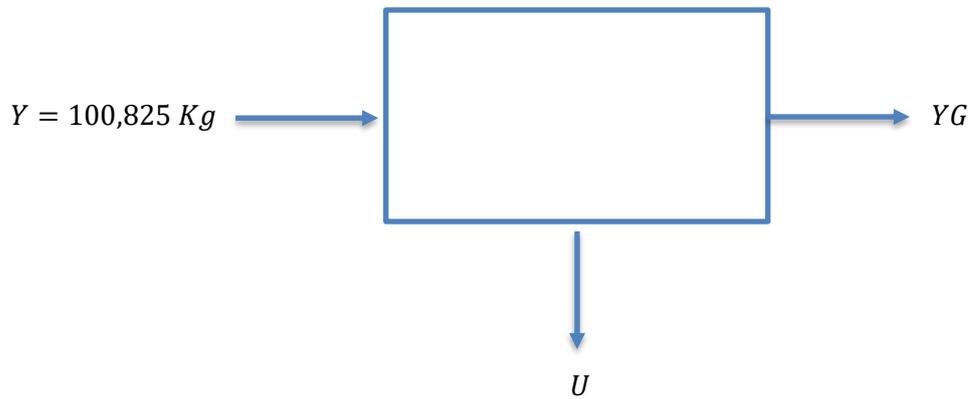
$$E = 92,68 \text{ Kg} + 2,7 \text{ Kg} + 5,4 \text{ Kg} + 0,045 \text{ Kg}$$

$$E = 100,825 \text{ Kg}$$

$$S = E$$

$$S = 100,825 \text{ Kg masa del yogur}$$

- **Filtración**



$$E = S + U$$

Dónde:

$Y = \text{Masa del yogur}$

$U = \text{Masa del suero}$

$YG = \text{Masa del yogur griego}$

Cálculos masa del suero

$$V = \frac{m_{\text{suero}}}{\rho_{\text{suero}}}$$

$$m_{\text{suero}} = V_{\text{suero}} * \rho_{\text{suero}}$$

$$m_{\text{suero}} = 0,0392 \text{ m}^3 * 1025 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$m_{\text{suero}} = 40,18 \text{ Kg}$$

$$S = E - U$$

$$S = 100,825 \text{ Kg} - 40,18 \text{ Kg}$$

$$S = 60,645 \text{ Kg}$$

- **Rendimiento del proceso**

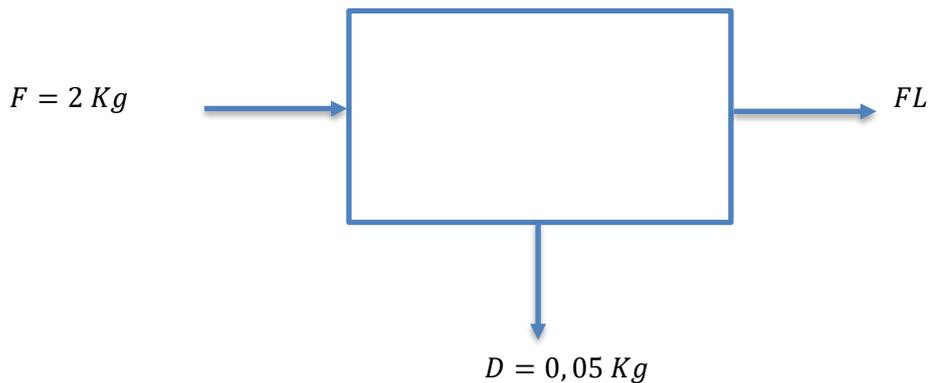
$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Kg yogur griego}}{\text{Kg materia prima}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{60,645 \text{ Kg}}{103,2 \text{ Kg}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 58,76 \%$$

MERMELADA

- **Lavado**



Dónde:

$F = \text{Masa de la fruta sin limpiar}$

$D = \text{Desechos de la fruta}$

$FL = \text{Masa de la fruta limpia}$

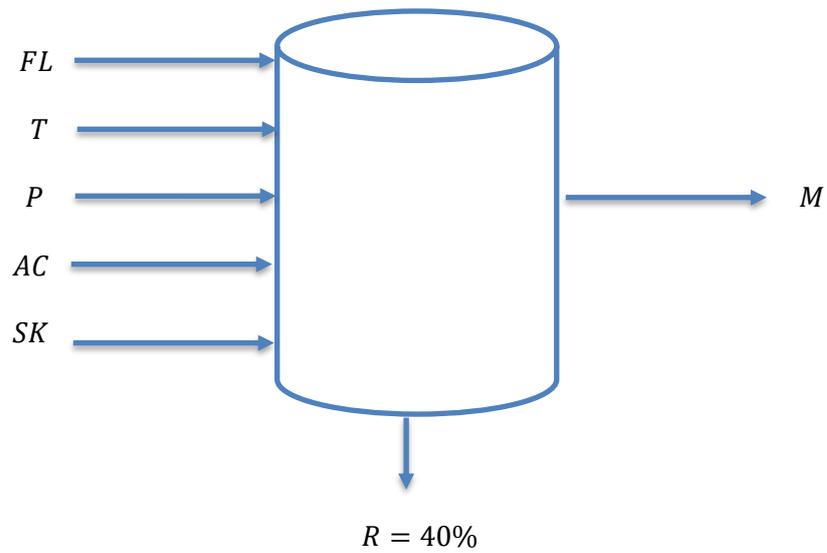
$$E = S + D$$

$$S = E - D$$

$$S = 2 \text{ Kg} - 0,05 \text{ Kg}$$

$$S = 1,95 \text{ Kg}$$

- **Evaporación**



Dónde:

FL = Masa de la fruta limpia

T = Masa del Stevia

P = Masa de la pectina

AC = Masa del ácido cítrico

SK = Masa del sorbato de potasio

R = Evaporación de la masa total

M = Masa de la mermelada

$$E = S + R$$

$$E = FL + T + P + AC + SK$$

$$E = 1,95 \text{ Kg} + 0,49 \text{ Kg} + 0,0195 \text{ Kg} + 0,0049 \text{ Kg} + 0,00195 \text{ Kg}$$

$$E = 2,467 \text{ Kg}$$

Cálculos del porcentaje de evaporación:

$$R = 2,467 * (0,40)$$

$$R = 0,9868$$

Cálculos de la masa de la mermelada:

$$S = E - R$$

$$S = 2,467 \text{ Kg} - 0,9868 \text{ Kg}$$

$$S = 1,48 \text{ Kg}$$

• **Rendimiento del proceso:**

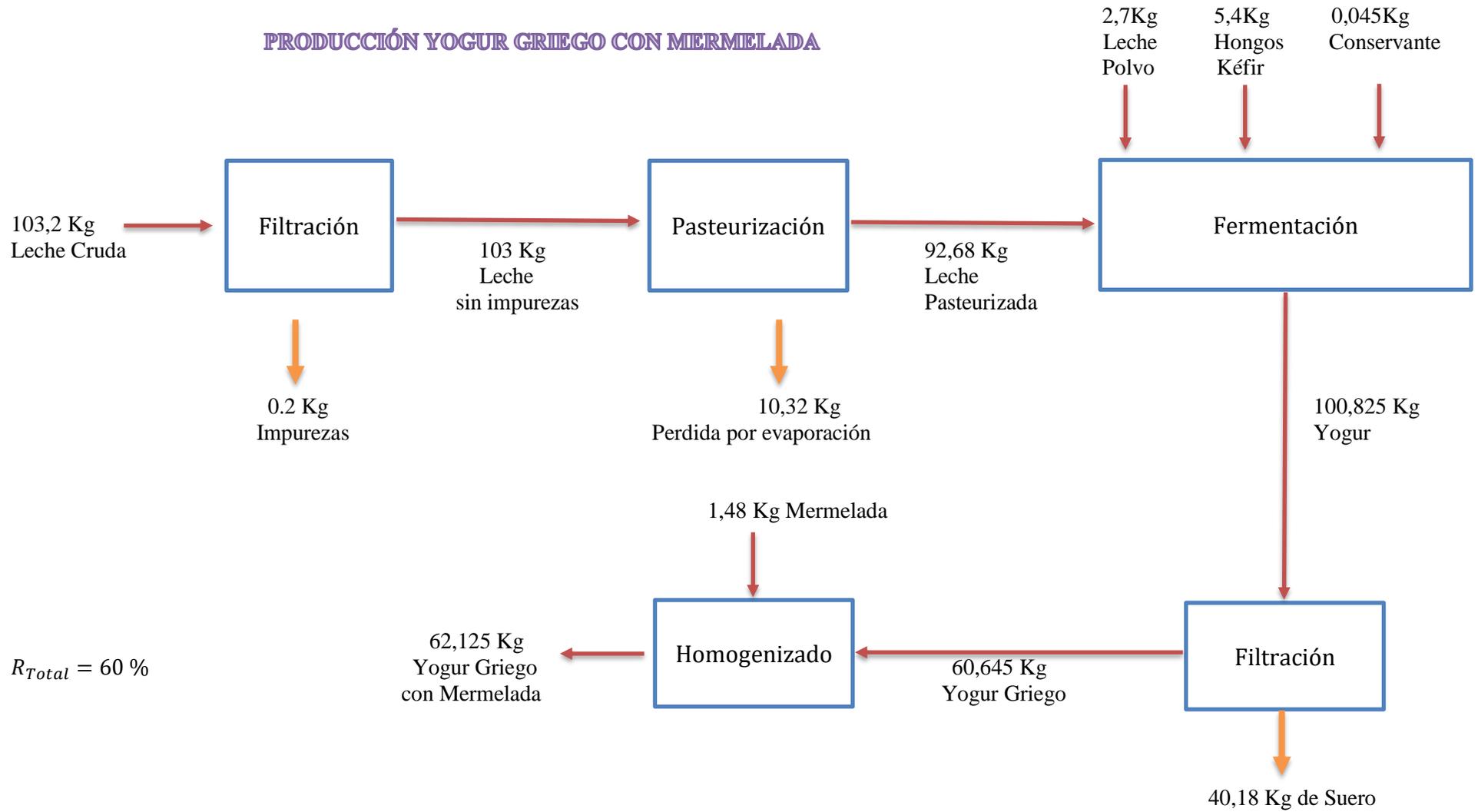
$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{masa de mermelada}}{\text{masa materia prima}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{1,48 \text{ Kg}}{2,46 \text{ Kg}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 60\%$$

- Balance de masa general

PRODUCCIÓN YOGUR GRIEGO CON MERMELADA



3.1.7.2 Balance de energía

➤ YOGUR GRIEGO

La ecuación general de energía es:

$$Q_{ganado} = Q_{perdido}$$

• Pasteurización:

Área de transferencia de calor:

$$A = 2 * \pi * r * h$$

Dónde

A = Área de transferencia de calor

r = Radio del pasteurizador: 0,25 m

h = Altura del pasteurizador: 0,60 m

$$A = 2 * \pi * r * h$$

$$A = 2 * \pi * (0,25m) * (0,60m)$$

$$A = 0,9424 m^2$$

Flujo del calor de las paredes del pasteurizador:

$$Q_M = k_{acero} * A * \Delta T$$

$$Q_M = k_{acero} * A * (T_P - T_A)$$

Dónde:

Q_M = Flujo de calor del metal del pasteurizador (kW)

k_{acero} = Coeficiente de transferencia de calor pasteurizador: $16 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

A = Área de transferencia de calor del pasteurizador: 0,9424 m²

T_P = Temperatura de pasteurización: 80 °C

T_A = Temperatura del ambiente: 17 °C

$$Q_M = 16 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} * (0,9424 m^2) * (80^\circ C - 17^\circ C)$$

$$Q_M = 949,94 W * \frac{1 kW}{1000 W}$$

$$Q_M = 0,95 kW$$

Flujo de calor:

$$Q = Q_{agua} + Q_M$$

Dónde:

$Q =$ Flujo de calor necesario para la pasteurización de la leche (kW)

$Q_{agua} =$ Flujo de calor caldero: 0,015 kW

$Q_M =$ Flujo de calor del metal: 0,95 kW

$$Q = 0,015 kW + 0,95 kW$$

$$Q = 0,965 kW$$

Coefficiente global de transferencia de calor en el pasteurizador:

$$Q = U * A * \Delta T$$

$$U = \frac{Q}{A * \Delta T}$$

Dónde:

$U =$ Coeficiente global de transferencia de calor

$Q =$ Calor necesario para efectura la pasteurización

$A = \text{Área de transferencia de calor del pasteurizador: } 0,9424 \text{ m}^2$

$\Delta T = \text{Variación de temperatura: Pasteurización } 80^\circ\text{C y Ambiente } 17^\circ\text{C}$

$$U = \frac{0,965 \text{ kW}}{(0,9424 \text{ m}^2) * (80^\circ\text{C} - 17^\circ\text{C})}$$

$$U = 0,016 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2\text{°C}}$$

➤ **MERMELADA**

• **Evaporador**

Área de transferencia de calor:

$$A = 2 * \pi * r * h$$

Dónde

$A = \text{Área de transferencia de calor (m}^2\text{)}$

$r = \text{Radio del tanque del evaporador: } 0,27 \text{ m}$

$h = \text{Altura del tanque del evaporador: } 0,65 \text{ m}$

$$A = 2 * \pi * (0,27 \text{ m}) * (0,62 \text{ m})$$

$$A = 1,05 \text{ m}^2$$

Gradiente de Temperatura:

$$\Delta T = T_e - T_a$$

Dónde:

$\Delta T = \text{Variación de temperatura (°C)}$

$T_e = \text{Temperatura del escaldado (°C)}$

$T_a = \text{Temperatura del ambiente } (^{\circ}\text{C})$

$$\Delta T = (100^{\circ}\text{C}) - (17^{\circ}\text{C})$$

$$\Delta T = 83^{\circ}\text{C}$$

Flujo del calor del metal:

$$Q_M = A * k * \Delta T$$

Dónde:

$Q_M = \text{Flujo de calor del metal (kW)}$

$A = \text{Área de transferencia de calor (1,05 m}^2\text{)}$

$k = \text{Coeficiente de transferencia de calor del material: } 16 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$

$\Delta T = \text{Variación de temperatura: (83 }^{\circ}\text{C)}$

$$Q_M = (1,05 \text{ m}^2) * (16 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}) * (83^{\circ}\text{C})$$

$$Q_M = 1394,4 \text{ W} * \frac{1 \text{ kW}}{1000 \text{ W}}$$

$$Q_M = 1,394 \text{ kW}$$

Flujo de calor:

$$Q = Q_{\text{agua}} + Q_M$$

Dónde:

$Q = \text{Flujo de calor necesario para escaldar las frutas (kW)}$

$Q_{\text{agua}} = \text{Flujo de calor caldero: } 0,023 \text{ kW}$

$Q_M = \text{Flujo de calor del metal: } 1,394 \text{ kW}$

$$Q = 0,023 \text{ kW} + 1,394 \text{ kW}$$

$$Q = 1,42 \text{ kW}$$

Coeficiente global de transferencia de calor en el pasteurizador:

$$Q = U * A * \Delta T$$

$$U = \frac{Q}{A * \Delta T}$$

Dónde:

$U = \text{Coeficiente global de transferencia de calor}$

$Q = \text{Calor necesario para efectura la pasteurización}$

$A = \text{Área de transferencia de calor del pasteurizador: } 1,05 \text{ m}^2$

$\Delta T = \text{Variación de temperatura: Escaldado } 100^\circ\text{C y Ambiente } 17^\circ\text{C}$

$$U = \frac{1,42 \text{ kW}}{(1,05 \text{ m}^2) * (100^\circ\text{C} - 17^\circ\text{C})}$$

$$U = 0,017 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2\text{°C}}$$

3.1.8 Dimensionamiento de equipos

Una vez finalizado el análisis de los equipos que cuentan la Planta de lácteos Tunshi Espoch se evidenció que existe una pasteurizadora, la misma que puede ejecutar de la mejor manera el proceso de pasteurización para la producción de yogur, por tal motivo mediante cálculos de ingeniería se elaborará el diseño de una yogurtera con sistema de agitación para su posterior implementación, de la misma manera se diseñará una marmita con sistema de mezclado de menor capacidad para la producción de mermelada de fruta debido a que la cantidad necesaria de mermelada es la mínima.

➤ YOGUR GRIEGO

- Yogurtera

Volumen de la yogurtera:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

Dónde:

$V = \text{Volumen asumido (m}^3\text{)}$

$m = \text{Masa del yogur (Kg)}$

$\rho = \text{densidad de la mezcla (Kg/m}^3\text{)}$

$$V = \frac{100,825 \text{ Kg}}{1048 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V = 0,1\text{m}^3$$

Volumen del factor de seguridad:

$$v = V * 0,15$$

Dónde:

$v = \text{Volumen con el factor de seguridad (m}^3\text{)}$

$V = \text{Volumen del tanque (m}^3\text{)}$

Factor de seguridad: 0,15

$$v = 0,1 * (0,15)$$

$$v = 0,015 \text{ m}^3$$

Volumen total de la yogurtera:

$$V_T = V + v$$

$$V_T = 0,1 \text{ m}^3 + 0,015 \text{ m}^3$$

$$V_T = 0,115 \text{ m}^3$$

Diámetro de la yogurtera:

$$\emptyset = \sqrt[3]{\frac{4(V_T)}{1,75(\pi)}}$$

Dónde:

$\emptyset = \text{Diámetro de la yogurtera}$

$V_T = \text{Volumen total}$

$$\emptyset = \sqrt[3]{\frac{4(0,115\text{m}^3)}{1,75(\pi)}}$$

$$\emptyset = \sqrt[3]{\frac{4(0,115\text{m}^3)}{1,75(\pi)}}$$

$$\emptyset = 0,44 \text{ m}$$

Altura de la yogurtera:

$$h = \frac{V_T}{\pi * r^2}$$

Dónde:

$h =$ *Altura del tanque (m)*

$V_T =$ *Volumen total de la yogurtera (m³)*

$r =$ *Radio del tanque (m)*

$$h = \frac{0,115 \text{ m}^3}{\pi * (0,22^2)}$$

$$h = 0,76 \text{ m}$$

Sistema de Agitación:

El equipo será diseñado mediante un sistema de agitación de palas planas para la correcta homogenización del producto.

Longitud del Brazo:

$$L_B = 0,80 * \emptyset_i$$

Dónde:

$L_B =$ *Longitud del brazo (m)*

$\emptyset_i =$ *Diámetro interno del tanque (m)*

$$L_B = 0,80 * (0,44 \text{ m})$$

$$L_B = 0,352 \text{ m}$$

Espesor del agitador:

$$E_r = \frac{1}{10} L_B$$

Dónde:

$E_r = \text{Espesor del rodete (m)}$

$L_B = \text{Longitud del brazo (m)}$

$$E_r = \frac{1}{10} (0,352 \text{ m})$$

$$E_r = 0,0352 \text{ m}$$

Diámetro del rodete:

$$\phi_r = \frac{3}{4} \phi_i$$

$$\phi_r = \frac{3}{4} (0,44 \text{ m})$$

$$\phi_r = 0,33 \text{ m}$$

Distancia entre el rodete y el fondo del tanque:

$$z = h - L_B$$

Dónde:

$z = \text{Distancia entre el rodete y el fondo del tanque}$

$h = \text{Altura del tanque}$

$L_B = \text{Longitud del brazo}$

$$z = (0,76 \text{ m}) - (0,352 \text{ m})$$

$$z = 0,41 \text{ m}$$

Altura de la paleta del tanque:

$$A_p = \frac{1}{5} L_B$$

Dónde:

$A_p = \text{Altura de la paleta (m)}$

$L_B = \text{Longitud del brazo (m)}$

$$A_p = \frac{1}{5} (0,352)$$

$$A_p = 0,07 \text{ m}$$

Número de Reynolds

El número de Reynolds es calculado en fenómenos de transporte cuando intervienen la viscosidad, velocidad y densidad. En este caso hablamos de un fluido no newtoniano que es el yogur, por tal motivo se ocupa la siguiente ecuación (GAVIRIA NAVARRO, 2015):

$$NR_e = \frac{\phi_r^2 * N * \rho}{\mu}$$

Dónde:

NR_e = Número de Reynolds

ϕ_r = Diámetro del rodete: 0,33 m

N = Velocidad de rotación: 35 rpm

ρ = Densidad del yogur: 1048 Kg/m³

μ = Viscosidad del yogur: 0,7258 Kg/ms

$$NR_e = \frac{(0,33)^2 * (35) * (1048)}{(0,7258)}$$

$$NR_e = 5503,5$$

Potencia consumida por el motor:

Con el uso de la carta para agitadores sumergidos en fluidos de una sola fase, con el dato del número de Reynolds y la curva (2) correspondiente a turbinas de hoja plana encontramos el valor del número de potencia. Como se puede observar en el (**Anexo H**).

$$P = N_p * N^3 * \phi_r^5 * \rho$$

Dónde:

$P =$ Potencia del agitador

$N_p =$ Número de potencia: 4

$N =$ Velocidad de rotación: 0,58 rps

$\phi_r =$ Diámetro del rodete: 0,33 m

$\rho =$ Densidad del yogur: 1048 Kg/m³

$$P = (4) * (0,58)^3 * (0,33)^5 * (1048)$$

$$P = 3,2 W$$

$$P = 0,04 Hp$$

En el mercado no existen bombas de 0,04 Hp entonces se utilizará una de 0,25 Hp

➤ MERMELADA

- Marmita

Volumen de la marmita:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

Dónde:

$V =$ Volumen asumido (m³)

$m = \text{Masa de la mermelada (Kg)}$

$\rho = \text{densidad de la mezcla (Kg/m}^3\text{)}$

$$V = \frac{1,48 \text{ Kg}}{1300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V = 0,001 \text{m}^3$$

Volumen del factor de seguridad:

$$v = V * 0,15$$

Dónde:

$v = \text{Volumen con el factor de seguridad (m}^3\text{)}$

$V = \text{Volumen del tanque (m}^3\text{)}$

Factor de seguridad: 0,15

$$v = 0,001 * (0,15)$$

$$v = 0,00015 \text{ m}^3$$

Volumen total de la marmita:

$$V_T = V + v$$

$$V_T = 0,001 \text{ m}^3 + 0,00015 \text{ m}^3$$

$$V_T = 0,00115 \text{ m}^3$$

Diámetro de la marmita:

$$\emptyset = \sqrt[3]{\frac{4(V_T)}{1,75(\pi)}}$$

Dónde:

$\emptyset =$ Diámetro de la marmita

$V_T =$ Volumen total

$$\emptyset = \sqrt[3]{\frac{4(0,00115m^3)}{1,75(\pi)}}$$

$$\emptyset = 0,094 \text{ m}$$

Altura de la marmita:

$$h = \frac{V_T}{\pi * r^2}$$

Dónde:

$h =$ Altura del tanque (m)

$V_T =$ Volumen total de la marmita (m^3)

$r =$ Radio del tanque (m)

$$h = \frac{0,00115 \text{ m}^3}{\pi * (0,047^2)}$$

$$h = 0,16 \text{ m}$$

Sistema de Agitación:

El equipo será diseñado mediante un sistema de agitación de palas planas para la correcta homogenización del producto.

Longitud del Brazo:

$$L_B = 0,80 * \phi_i$$

Dónde:

$L_B =$ Longitud del brazo (m)

$\phi_i =$ Diámetro interno del tanque (m)

$$L_B = 0,80 * (0,094 \text{ m})$$

$$L_B = 0,0752 \text{ m}$$

Espesor del agitador:

$$E_r = \frac{1}{10} L_B$$

Dónde:

$E_r =$ Espesor del rodete (m)

$L_B =$ Longitud del brazo (m)

$$E_r = \frac{1}{10} (0,0752 \text{ m})$$

$$E_r = 0,00752 \text{ m}$$

Diámetro del rodete:

$$\phi_r = \frac{3}{4} \phi_i$$

$$\phi_r = \frac{3}{4}(0,094 \text{ m})$$

$$\phi_r = 0,07 \text{ m}$$

Distancia entre el rodete y el fondo del tanque:

$$z = h - L_B$$

Dónde:

$z =$ *Distancia entre el rodete y el fondo del tanque*

$h =$ *Altura del tanque*

$L_B =$ *Longitud del brazo*

$$z = (0,16 \text{ m}) - (0,0752 \text{ m})$$

$$z = 0,01 \text{ m}$$

Altura de la paleta del tanque:

$$A_p = \frac{1}{5}L_B$$

Dónde:

$A_p =$ *Altura de la paleta (m)*

$L_B = \text{Longitud del brazo (m)}$

$$A_p = \frac{1}{5}(0,0752)$$

$$A_p = 0,015 \text{ m}$$

Número de Reynolds

El número de Reynolds es calculado en fenómenos de transporte cuando intervienen la viscosidad, velocidad y densidad. En este caso hablamos de un fluido no newtoniano que es la mermelada, por tal motivo se ocupa la siguiente ecuación (GAVIRIA NAVARRO, 2015):

$$NR_e = \frac{\phi_r^2 * N * \rho}{\mu}$$

Dónde:

$NR_e = \text{Número de Reynolds}$

$\phi_r = \text{Diámetro del rodete: } 0,07 \text{ m}$

$N = \text{Velocidad de rotación: } 20 \text{ rpm}$

$\rho = \text{Densidad de la mermelada: } 1300 \text{ Kg/m}^3$

$\mu = \text{Viscosidad de la mermelada: } 0,08258 \text{ Kg/ms}$

$$NR_e = \frac{(0,07)^2 * (20) * (1300)}{(0,08258)}$$

$$NR_e = 1542,75$$

Potencia consumida por el motor:

Con el uso de la carta para agitadores sumergidos en fluidos de una sola fase, con el dato del número de Reynolds y la curva (2) correspondiente a turbinas de hoja plana encontramos el valor del número de potencia. Como se puede observar en el (**Anexo H**).

$$P = N_p * N^3 * \phi_r^5 * \rho$$

Dónde:

P = Potencia del agitador

N_p = Número de potencia: 3,5

N = Velocidad de rotación: 0,33 rps

ϕ_r = Diámetro del rodete: 0,07 m

ρ = Densidad de la mermelada: 1300 Kg/m³

$$P = (3,5) * (0,33)^3 * (0,07)^5 * (1300)$$

$$P = 3,2 W$$

$$P = 0,002 Hp$$

En el mercado no existen bombas de 0,002 Hp entonces se utilizará una de 0,25 Hp

3.2 Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	TIEMPO																							
	1° mes				2° mes				3° mes				4° mes				5° mes				6° mes			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Recopilación de información bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Elaboración del producto a nivel de laboratorio e identificación de variables.					■	■	■	■																
Caracterización de materia prima.							■	■	■															
Cálculos de ingeniería.									■	■	■	■	■	■	■									
Validación del producto.														■	■	■								
Elaboración y correcciones del trabajo final.																	■	■	■	■				
Resultados y conclusiones.																			■	■	■			
Empastado y presentación del trabajo final.																					■	■	■	
Auditoria académica.																					■	■	■	
Defensa del trabajo.																						■	■	■

CAPITULO IV

4 RESULTADOS

4.1 Resultado de la caracterización de la materia prima de los procesos

Leche:

Los resultados analíticos de la leche cruda fueron realizados por el Laboratorio de Análisis Químico (TOX – CHEM) que es un laboratorio certificado, por tal motivo los datos son verídicos y confiables.

Los datos de los análisis se muestran en la Tabla 3-8 (ANEXO), los mismos que cumplen con los requisitos de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 9:2015. Leche Cruda. Requisitos.

Tabla 1-4: Resultados de los análisis de leche cruda

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO	VLP. Min	VLP. Max
Acidez titulable como ácido láctico	NTE INEN 13	%	0,16	0,13	0,17
Ceniza	NTE INEN 14	%	0,74	0,65	-
Densidad relativa a 15°C	NTE INEN 11	g/cm ³	1,031	1,029	1,032
Ensayo de reductasa (azul de metileno)	NTE INEN 18	-	7,5 h	4 h	-
*Potencial Hidrogeno	AOAC 981.12b	uni pH	6,76	6,6	6,8
Materia grasa	método interno	%	3,90	3	-
Reacción de estabilidad proteica	NTE INEN 1500	-	Negativo	Negativo	-
*Residuos de medicamentos veterinarios Betalactámicos	método interno (cualitativo)	-	Negativo	Negativo	-
*Residuos de medicamentos veterinarios Tetraciclinas	método interno (cualitativo)	-	Negativo	Negativo	-
*Residuos de medicamentos veterinarios Sulfamidas	método interno (cualitativo)	-	Negativo	Negativo	-
Sólidos totales	NTE INEN 14	%	14,19	11,2	-
Aerobios mesófilos	método interno	UFC/cm ³	200	-	2 x 10 ⁴
Proteína	AOAC 2001.11	%	3,78	2,9	-

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico TOX - CHEM

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

4.2 Análisis estadístico de discriminación de sabor

Se analizó los datos obtenidos en la encuesta para cada una de las formulaciones de las muestras para determinar cuál es la más aceptada en el mercado.

➤ COLOR:

Tabla 2-4: Tabla de datos parámetro color.

Código	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta	TOTAL
YM01	79	13	8	100
YM02	86	11	3	100

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

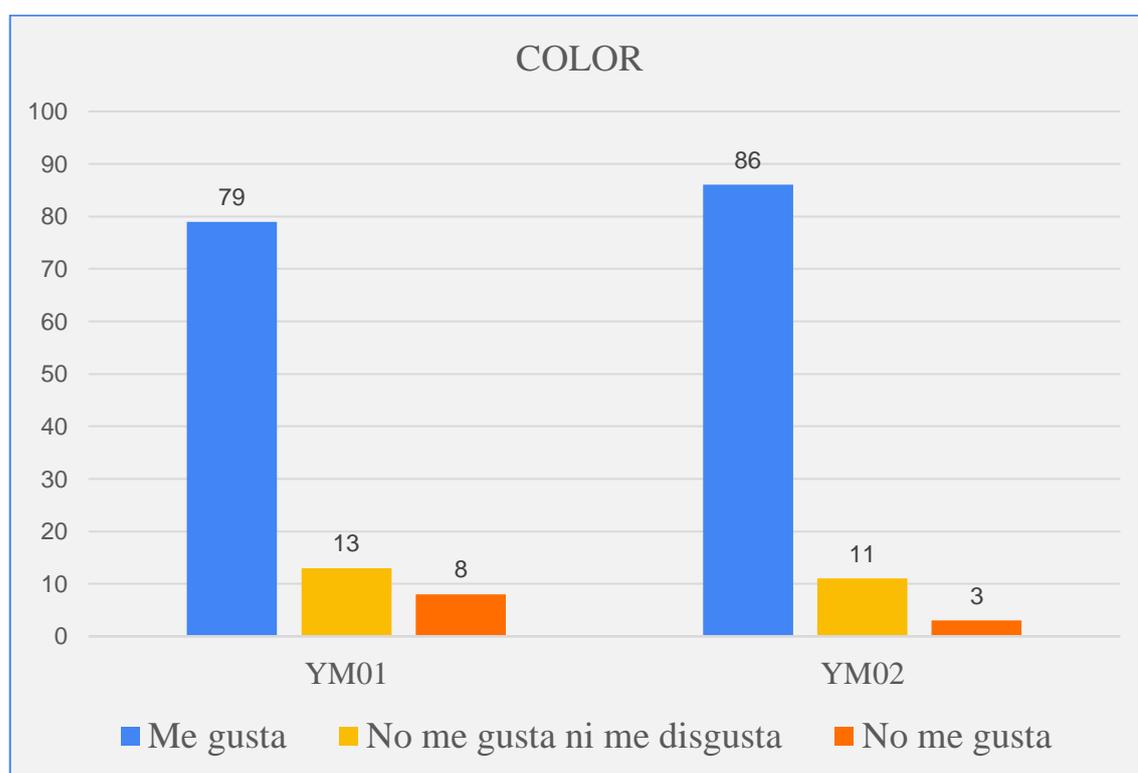


Gráfico 1-4: Análisis estadístico del parámetro Color de las distintas formulaciones.

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

El primer parámetro evaluado fue color que es una prueba organoléptica en el que consiste que el juez afectivo mire el producto y califique la sensación visual que le causó el mismo. Los resultados obtenidos por los participantes de la primera muestra YM01 fueron que al 79% de los jueces les gustó el producto, a un 13% les pareció indiferente este parámetro y al 8% no les gustó

este parámetro, de la segunda muestra YM02 al 86% les gustó el color, al 11% les pareció indiferente y al 3% no les gustó el color de la muestra.

Con las respuestas obtenidas podemos interpretar que el color del yogur es muy aceptable y el color de las mermeladas son muy similares por tal motivo las dos muestras fueron aceptadas por los jueces.

➤ **OLOR:**

Tabla 3-4: Tabla de datos parámetro olor

Código	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta	TOTAL
YM01	72	24	4	100
YM02	70	21	9	100

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

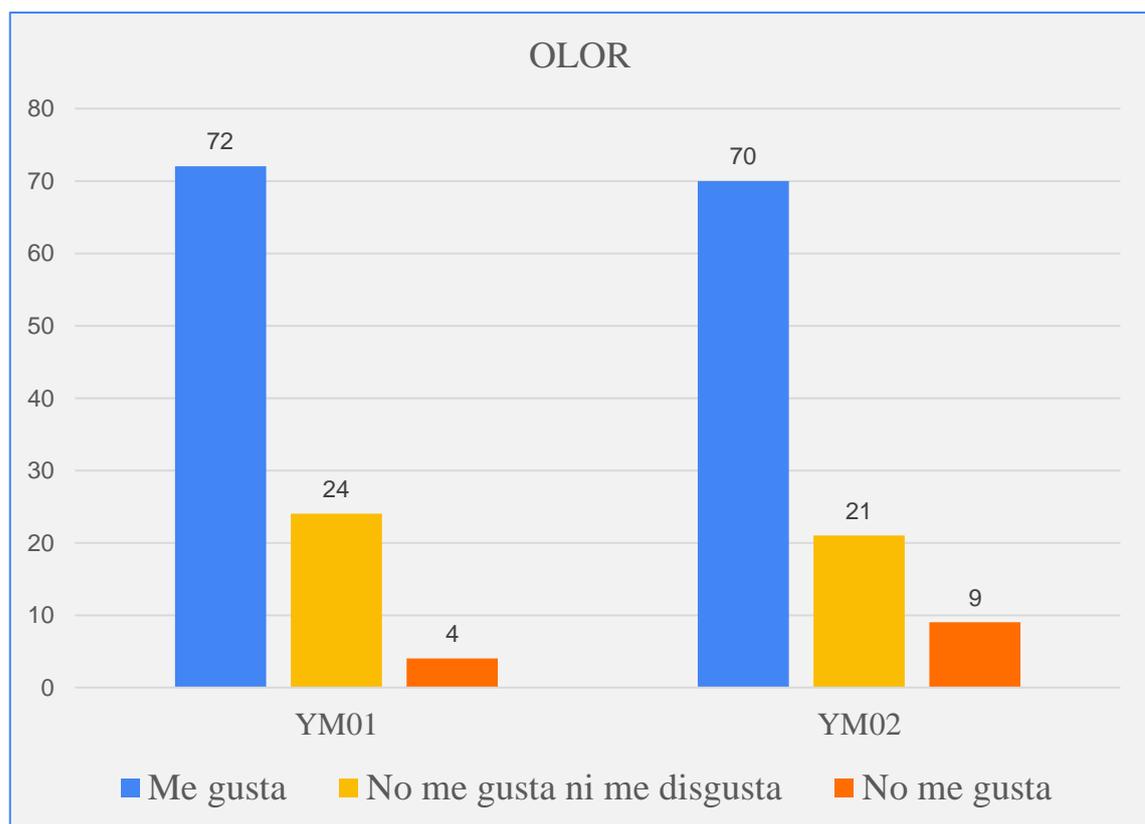


Gráfico 2-4: Análisis estadístico del parámetro Olor de las distintas formulaciones.

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

El segundo parámetro evaluado fue olor que es una prueba organoléptica en el que consiste que el juez afectivo utilice el sentido del olfato y califique la sensación que le causó el mismo. Los resultados obtenidos por los participantes de la primera muestra YM01 fueron que al 72% de los jueces les gustó el producto, a un 24% les pareció indiferente este parámetro y al 4% no les gustó,

de la segunda muestra YM02 fueron que al 70% les gustó el olor, al 21% les pareció indiferente y al 9% no les gustó el olor de la muestra.

Con las respuestas obtenidas podemos interpretar que el olor del yogur y la mermelada de fruta no es fuerte ni extraño para el olfato de los participantes, por tal motivo el olor del producto fue aceptado por la mayoría de jueces, sin embargo, a un número de participantes les causó la sensación de que el producto no tenía fragancia o aroma es decir fue indiferente a su olfato y a otros no les gustó.

➤ SABOR

Tabla 4-1: Tabla de datos parámetro sabor

Código	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta	TOTAL
YM01	91	7	2	100
YM02	87	10	3	100

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

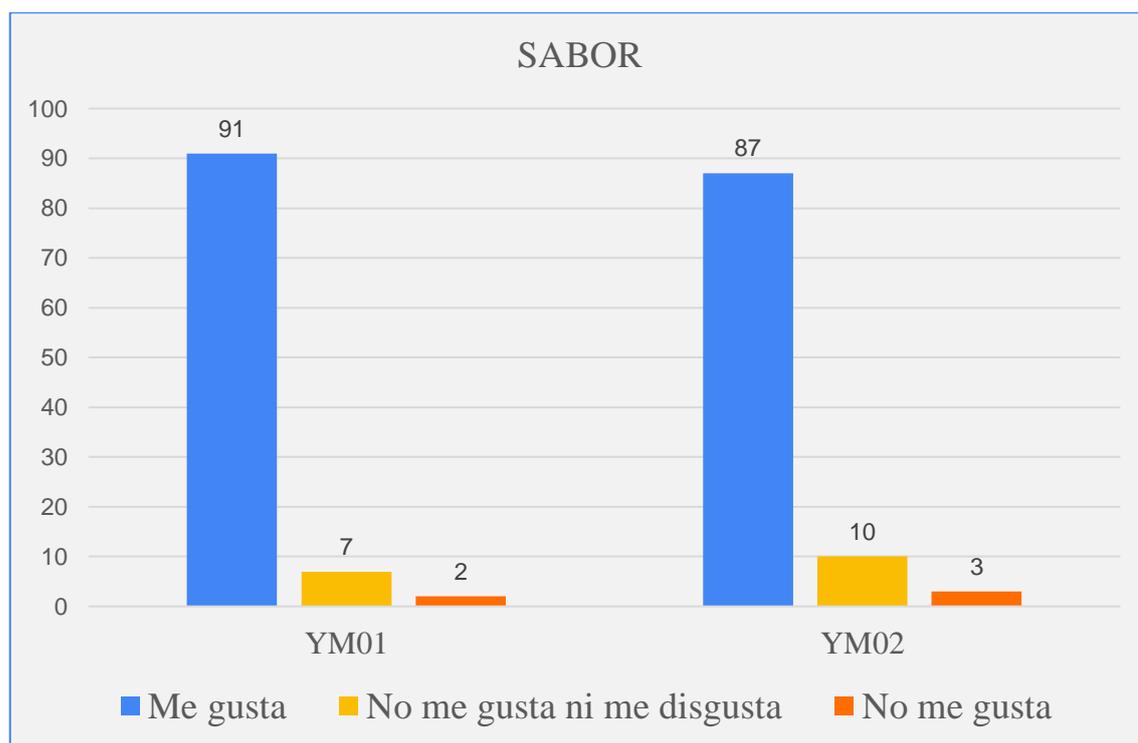


Gráfico 3-4: Análisis estadístico del parámetro Sabor de las distintas formulaciones.

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

El tercer parámetro evaluado fue sabor que es una prueba organoléptica en el que consiste que el juez afectivo exprese la sensación que le produce el producto en las papilas gustativas y califique el mismo. Los resultados obtenidos por los participantes de la primera muestra YM01 fueron que

al 91% de los jueces les gustó el producto, a un 7% les pareció indiferente este parámetro y a un 2% no les gustó el sabor, de la segunda muestra YM02 fueron que al 87% les gustó el sabor de la muestra, a un 10 % les pareció indiferente y a un 3% no les gustó.

Con las respuestas obtenidas podemos interpretar que el sabor del yogur y la mermelada de fruta es aceptado por los participantes.

➤ **TEXTURA**

Tabla 5-4: Tabla de datos parámetro textura

Código	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta	TOTAL
YM01	71	15	14	100
YM02	71	16	13	100

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

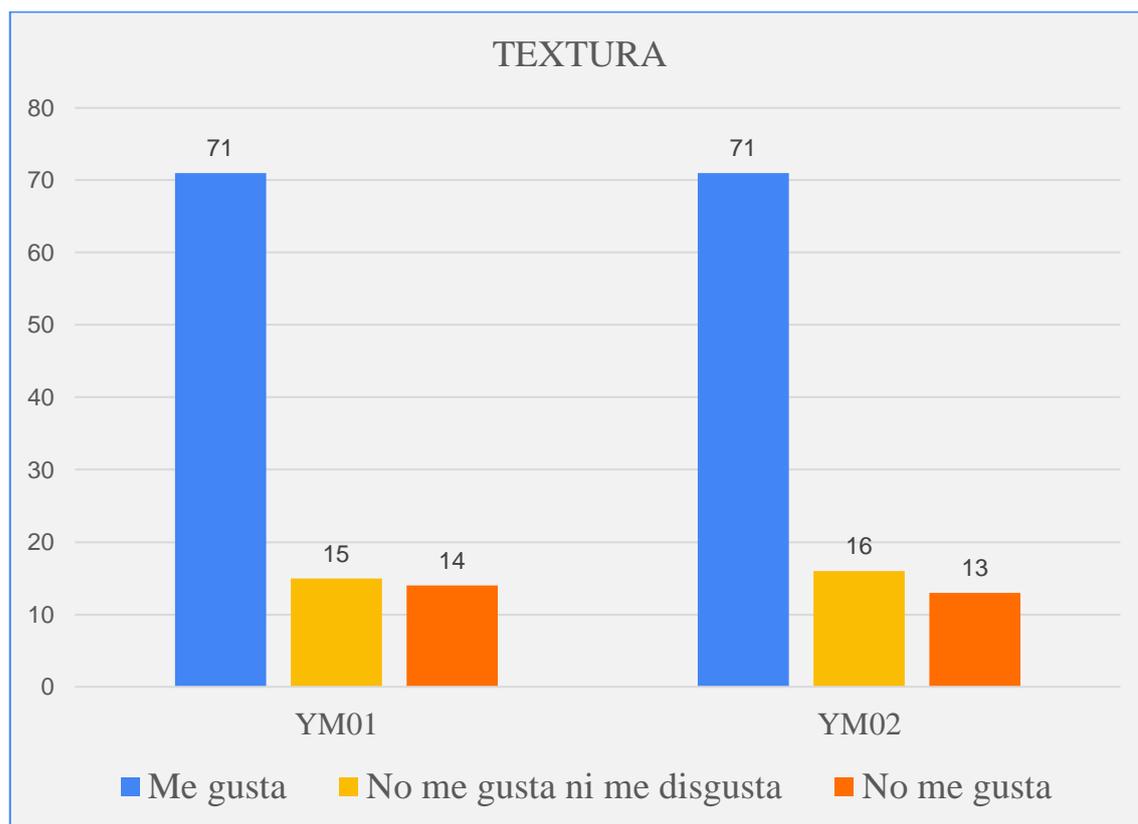


Gráfico 4-1: Análisis estadístico del parámetro Textura de las distintas formulaciones.

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

El cuarto parámetro evaluado fue textura que es una prueba organoléptica en la que consiste que el juez afectivo observe la consistencia del producto y califique el mismo. Los resultados obtenidos por los participantes de la primera muestra YM01 fueron que al 71% de los jueces les

gustó la textura del producto, al 15% les pareció indiferente este parámetro y al 14% no les gustó la textura de la muestra, de la segunda muestra YM02 fueron que al 71% de los jueces les gustó la textura del producto, al 16% les pareció indiferente este parámetro y al 13% no les gustó la textura de la muestra.

Con las respuestas obtenidas podemos interpretar que la consistencia del producto es aceptado y favorable para el mercado.

➤ ACEPTABILIDAD

Una vez realizadas las pruebas organolépticas de las dos formulaciones, se realizó otra pregunta importante para conocer que muestra es la más aceptada o preferida por los jueces afectivos, para así conocer el producto más apropiado para el mercado.



Gráfico 5-4: Análisis estadístico de formulación más aceptada.

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Se les preguntó a los participantes de la encuesta que muestra de yogur griego con mermelada de fruta (mora, frutilla) es la más agradable para su gusto y así conocer cuál de ellas sería la más apropiada o vendida en el mercado, dando como resultado la muestra número uno YM01 con un 66% de aceptabilidad y la YM02 con un 34%. Por tal motivo la muestra de yogur griego con mermelada de mora es la más aceptada por los jueces.

Luego del análisis sensorial estadístico se determinó que la formulación con más aceptación en el mercado fue el yogur griego con mermelada de mora, por lo tanto, es la considerada para la producción industrial, el proceso de elaboración se llevó a cabo en la Planta de Lácteos Tunshi Epoch ya que en dicha planta cuentan con los equipos necesarios para la producción, también gracias a la colaboración del técnico docente de la planta se logró una correcta elaboración del producto.

4.3 Resultado del diseño de equipos

Los resultados obtenidos de los equipos diseñados para el proceso de producción de yogur griego se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6-4: Resultados dimensionamiento de la yogurtera

YOGURTERA			
Parámetro	Descripción	Valor	Unidad
V_T	Volumen de la yogurtera	0,115	m^3
D	Diámetro de la yogurtera	0,44	m
r_f	Radio de la yogurtera	0,22	m
H	Altura de la yogurtera	0,76	m

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Tabla 7-4: Resultados dimensionamiento del sistema de agitación de la yogurtera

AGITADOR			
Parámetro	Descripción	Valor	Unidad
L_B	Longitud del brazo	0,352	m
E_r	Espesor del agitador	0,0352	m
\emptyset_r	Diámetro del rodete	0,33	m
Z	Distancia entre el rodete y el fondo del tanque	0,41	m
A_P	Altura de las paletas	0,07	m
P	Potencia	0,25	Hp

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Los resultados obtenidos de los equipos diseñados para el proceso de producción de mermelada de fruta se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8-4: Resultados dimensionamiento de la marmita para mermelada

MARMITA			
Parámetro	Descripción	Valor	Unidad
V_T	Volumen de la marmita	0,00115	m^3
D	Diámetro de la marmita	0,094	m
r_f	Radio de la marmita	0,047	m
H	Altura de la marmita	0,16	m

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Tabla 9-4: Resultado dimensionamiento del sistema de agitación de la marmita

AGITADOR			
Parámetro	Descripción	Valor	Unidad
L_B	Longitud del brazo	0,0752	m
E_r	Espesor del agitador	0,000752	m
\emptyset_r	Diámetro del rodete	0,07	m
Z	Distancia entre el rodete y el fondo del tanque	0,01	m
A_p	Altura de las paletas	0,015	m
P	Potencia	0,25	Hp

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

4.4 Validación del proceso

Para la validación del producto se basó en la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2395:2011. Leches Fermentadas.

Se realizaron análisis físico químicos y microbiológicos para certificar que el producto esté libre de contaminación que perjudiquen al mismo.

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Análisis Químico TOX - CHEM ubicado en la Av. 21 de abril y Otto Arosemena en la ciudad de Riobamba – Ecuador.

4.4.1 Resultados de los análisis físico químicos y microbiológicos del producto

Los resultados analíticos del producto se muestran en la siguiente tabla, los mismo que cumplen con los parámetros establecidos por la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2395:2011.

Tabla 10-4: Resultados analíticos del producto

PARÁMETRO		MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO	VLP. Min	VLP. Max
Contenido de		Método interno	%	3,54	2,5	-
grasa						
Proteína		AOAC 2001.11	%	3,65	2,7	-

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico TOX - CHEM

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Los resultados microbiológicos del producto se muestran en la siguiente tabla, los mismo que cumplen con los parámetros establecidos por la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2395:2011.

Tabla 11-4: Resultados microbiológicos del producto

PARÁMETRO		MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO	m	M
Coliformes totales		Método interno	UFC/g	<1	<1	100
E. Coli		Método interno	UFC/g	<1	<1	<1
Mohos y levaduras		Método interno	UFC/g	<1	200	500

m= (índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad).
M= (índice máximo permisible para identificar nivel aceptable calidad).

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico TOX – CHEM

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

4.4.2 *Proceso de producción*

El proceso de elaboración del producto propuesto será desarrollado por la Planta de Lácteos TUNSHI-ESPOCH para quien se realizó el presente proyecto, considerando los equipos que en la actualidad posee la planta de lácteos y los que debería implementar.

Actualmente la Planta de Lactes Tunshi elabora productos que serán consumidos en el comedor de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, tomando en cuenta que cada línea de producción se realiza una vez al mes.

La producción propuesta será de 80 litros de yogurt griego y 26000 gr de mermelada de fruta como producción máxima, la misma que requerirá de las siguientes cantidades de materia prima e insumos.

4.4.2.1 Materia Prima, Aditivos e Insumos

Para la elaboración de yogurt griego y mermelada de fruta a nivel industrial se necesita la siguiente materia prima, insumos, aditivos:

Tabla 12-4: Materia prima para la obtención de yogurt griego

MATERIA PRIMA YOGUR GRIEGO	
Leche Cruda	120 L

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Tabla 13-4: Aditivos para la obtención de yogurt griego

ADITIVOS YOGUR GRIEGO	
Cultivo Hongos de Kéfir	7200 g
Leche en polvo	3600 g

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Tabla 14-2: Insumos para la obtención de yogurt griego

INSUMOS YOGUR GRIEGO	
Termómetro	unidad
Tela Filtrante	unidad
Recipiente de vidrio	unidad
Envases de 600 ml	140 unidades
Balanza analítica	unidad

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Tabla 15-4: Materia para la obtención de mermelada

MATERIA PRIMA MERMELADA	
Fruta	30000 gr

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

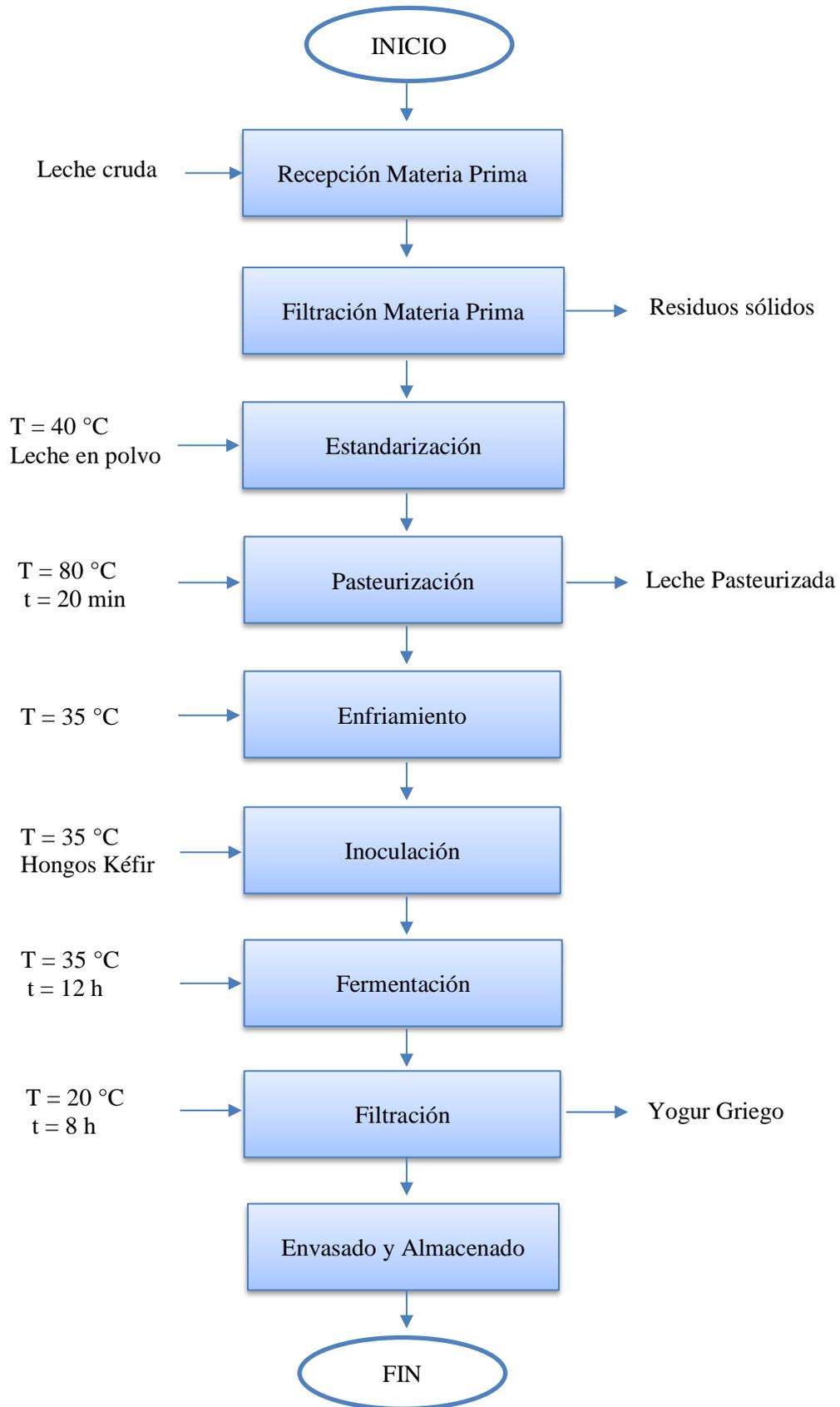
Tabla 16-4: Aditivos para la obtención de mermelada

ADITIVOS YOGUR GRIEGO	
Stevia	7500 gr
Pectina	300 gr
Ácido cítrico	75 gr
Sorbato de potasio	30 gr

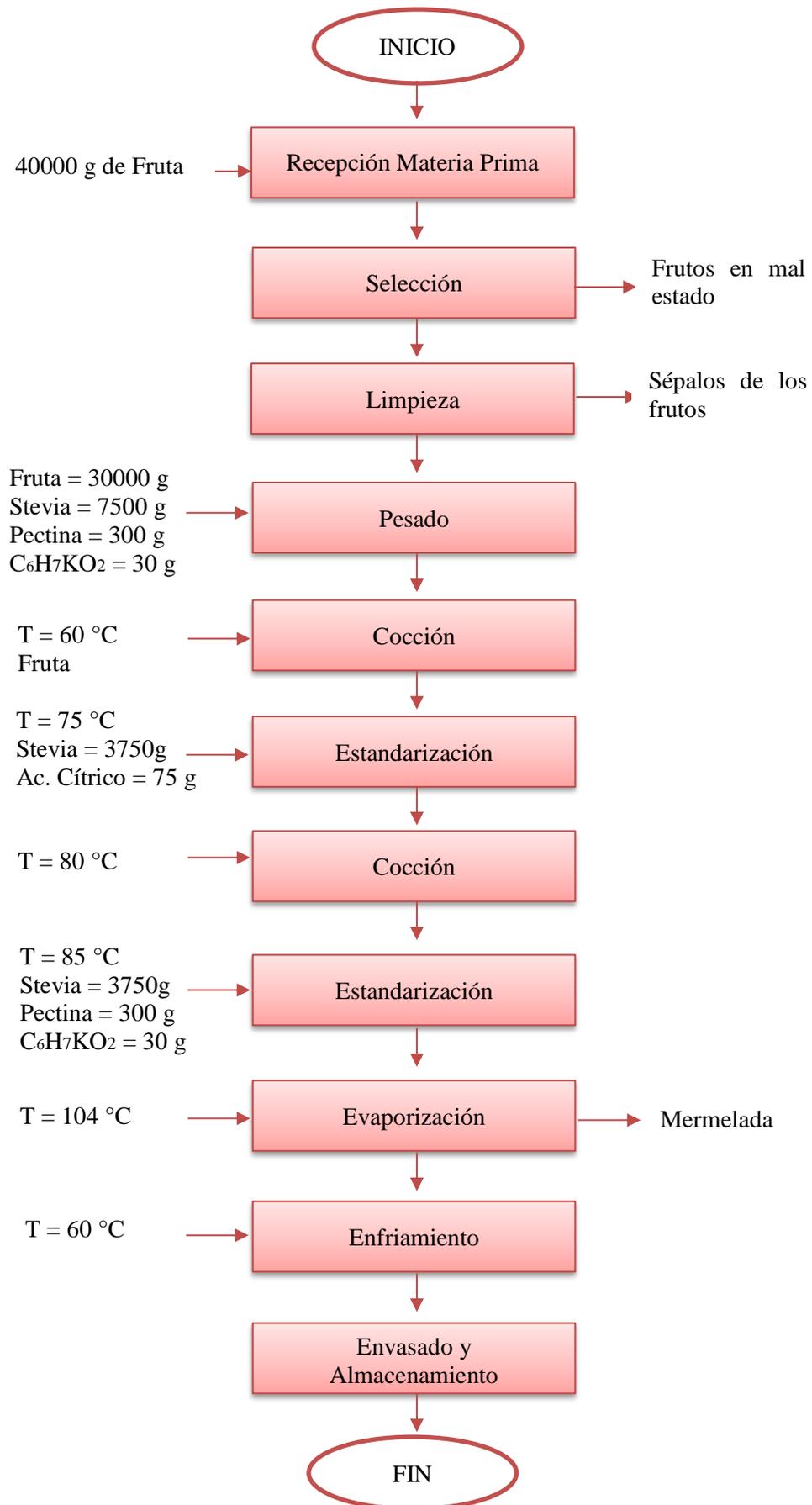
Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

4.4.2.2 Diagramas de los procesos

YOGUR GRIEGO



MERMELADA



4.4.2.3 Descripción del proceso de elaboración de yogur griego

- **Recepción de la materia prima:** La leche cruda proveniente de la misma planta de lácteos Tunshi Espoch será receptada en un tanque de acero inoxidable una cantidad de 120L, la misma que será analizada para el proceso.
- **Filtración materia prima:** La leche cruda pasara por una malla filtrante la misma que ayudara a retener contaminantes que perjudiquen la producción de yogur griego.
- **Estandarización:** La leche cruda es colocada en la pasteurizadora y una vez que llega incrementa la temperatura en 40°C, se añade 3600 gramos de leche en polvo para controlar sólidos no grasos y alimento de la mejor manera el cultivo de Kéfir.
- **Pasteurización:** Cuando el sistema esté completamente homogenizado se espera a que alcance una temperatura de 80°C y se estabilice durante 20 minutos para así asegurar la destrucción de microorganismos presentes en la leche y garantizar la inocuidad del producto.
- **Enfriamiento:** Se transporta le leche pasteurizada a otro tanque para bajar la temperatura a 40°C.
- **Inoculación:** Cuando la leche llegue a una temperatura de 40 °C se coloca el cultivo de Kéfir y se homogeniza correctamente toda la mezcla.
- **Fermentación:** Se mantiene el sistema a una temperatura de 35°C durante 12 horas para que se produzca el ácido láctico y así obtener las propiedades del yogur, una vez alcanzada la acidez optima del producto, culmina la etapa de fermentación.
- **Filtración:** El yogur conseguido después de la fermentación se coloca en un filtrante con el objetivo de separar el suero presente en el mismo, y así conseguir la consistencia adecuada del yogur griego.
- **Envasado y almacenado:** Finalmente el yogur griego obtenido se procede a envasar en recipientes de vidrio con una capacidad de 1000 ml y se almacena a una temperatura de 5° C para su conservación.

4.4.2.4 Descripción del proceso de elaboración de mermelada

- **Recepción materia prima:** La fruta será receptada y llevada a un lugar apropiado para la correcta selección y limpieza, la misma que será analizada para el proceso.
- **Selección y limpieza:** La frutada será seleccionada de la manera más apropiada, es decir serán escogidas las frutas buenas y se desecharán las en mal estado y podridas, para una posterior limpieza y lavado.
- **Pesado:** La fruta limpia y en buen estado se pesa un total de 30000 gramos de la misma manera los diferentes insumos utilizados en la elaboración de mermelada, es decir azúcar una cantidad de 7500 gramos, pectina 300 gr, ácido cítrico 75 gramos y sorbato de potasio 30 gramos.
- **Cocción:** Una vez pesados la materia prima y los insumos procedemos a la primera cocción de la fruta hasta disminuir a la mitad de la cantidad inicial de la misma y alcanzando una temperatura de 70°C.
- **Estandarización:** Cuando la fruta alcanza los 75° C se incorpora la mitad de la cantidad de azúcar y la cantidad de ácido cítrico. Y continua la evaporación.
- **Cocción:** Incorporados la mitad de los insumos se consigue una mezcla homogénea hasta alcanzar los 80°C.
- **Estandarización:** A la mezcla homogénea si incorpora la cantidad restante de azúcar, la cantidad de pectina y de sorbato de potasio, hasta alcanzar los 100°C
- **Evaporización:** Una vez incorporados todos los insumos se debe alcanzar los 104°C de temperatura, un pH de 3,5 y 67° BRIX para que la mermelada este correctamente elaborada.
- **Enfriamiento:** La mermelada se deja enfriar hasta alcanzar una temperatura de 60°C para su posterior envasado y almacenamiento.
- **Envasado y almacenamiento:** El envasado de mermelada se realizará de forma manual en envases de vidrio de 500 gr, para su posterior almacenamiento.

4.5 Distribución y diseño de la planta

La planta será distribuida en un área de 300 m^2 , la misma que estará conformada de la siguiente manera.

Área de recepción de materia prima: En esta área se receptorá la materia prima tanto para la mermelada como para el yogur griego, en el mismo lugar se verifica la calidad de la leche y de la fruta es decir el olor y el color los mismos que deben cumplir con las normas especificadas.

Área de laboratorio: En el laboratorio se realiza un análisis físico químico integro de la materia prima de los dos procesos, con la ayuda del equipo ECOMILK que posee la planta de Tunshi se obtendrá porcentajes de la leche de grasa, solidos no grasos, densidad, etc. Y con un refractómetro y pH metro se analizarán los valores de pH y grados Brix de la fruta.

Área de producción: En el área de producción se contará con los equipos adecuados que permitan controlar las variables de cada proceso en la elaboración del producto como el filtrado, pasteurización, homogenización para el proceso de yogur griego y evaporación, homogenización para el proceso de mermelada. Finalizado los procesos se procede al envasado.

Área de etiquetado: Una vez que el producto este correctamente envasado en esta área se procederá a etiquetar manualmente el mismo.

Área de refrigeración: Culminado todos los procesos de elaboración del producto se llevará a esta área de refrigeración para mantener la calidad y conservación del mismo.

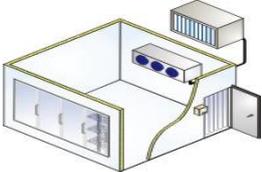
Área de bodega: En el área de bodega se guardarán todos los materiales que se necesitan para la elaboración del producto, es decir vasos de precipitación, varillas de agitación, termómetro, gavetas, materiales de seguridad, etc.

Oficinas: En esta área se realizarán los procesos administrativos de la planta de Lácteos Tunshi Epoch.

4.6 Requerimiento de equipos tecnología

En la siguiente tabla se describen los equipos que necesita la planta para el proceso de elaboración de yogurt griego y mermelada de fruta.

Tabla 17-4: Equipos requeridos para el proceso de elaboración del producto

Sistema/ Componentes	Tecnología/E quipo/Maqui naria	Descripción	Figura
Yogur griego			
Recepción	Tanque de acero inoxidable	Tanques donde se recepta la materia prima como es la leche hasta que empiece el próximo procedimiento.	
Homogenización Pasteurización Inoculación Incubación	Yogurtera	Máquina en forma cilíndrica que aplica tratamientos térmicos para la obtención de productos lácteos.	
Envasado	Envases de vidrio y plástico	Recipientes de vidrio o plástico que protegen al producto de una posible contaminación.	
Almacenado	Cuarto de enfriamiento	Cuarto frío que conserva la temperatura de 0°C a 5°C con el objetivo de mantener al producto con sus propiedades físicas adecuadas.	
Mermelada			
Selección y lavado	Mesa	Soporte en forma rectangular que facilitara la selección, retiro de materiales extraños y lavado de las frutas.	

Pesaje	Balanza Digital	Con este instrumento se pesarán todas las cantidades adecuadas de la materia prima y de los insumos para la elaboración de mermelada.	
Evaporación	Marmita	Olla metálica donde se elabora mermelada con la concentración y evaporación de la materia prima y de los insumos.	

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Todos los equipos deberán ser construidos de acero inoxidable AISI 304 debido a que serán utilizados en la elaboración de productos comestibles y este material no permitirá la oxidación de los mismos que perjudiquen las propiedades tanto del yogur griego como de la mermelada.

4.7 Análisis de costo beneficio del proyecto

Los costos generados como la adquisición de equipos, aditivos, insumos y mano de obra para la elaboración de yogur griego con una cantidad de 100 litros de leche y de mermelada de frutas serán detallados a continuación.

Tabla 18-4: Presupuesto para el equipamiento necesario para la producción de yogur griego y mermelada

EQUIPO	COSTO CALCULADO
Tanque de recepción	\$ 700
Mesas de selección	\$ 400
Balanza	\$ 70
Fermentador	\$ 5000
Envasadora	\$ 5500
Marmita	\$ 5200
pH metro	\$ 200
Refractómetro	\$ 500
Termómetro	\$ 50
Varios	\$ 1000
Total	\$ 18620

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Una vez calculado los costos unitarios de los equipos necesarios para la producción de los dos productos, se detalla el costo de la materia prima e insumos necesarios.

Tabla 19-4: Presupuesto de materia prima, aditivos e insumos para los dos procesos

Materia Prima	Cantidad	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
YOGUR GRIEGO				
Leche cruda	100	L	\$ 0,50	\$ 40,00
MERMELADA				
Mora	15	Kg	\$ 3,00	\$ 45,00
Frutilla	15	Kg	\$ 5,00	\$ 75,00
SUBTOTAL				\$ 160,00
Aditivos	Cantidad	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
YOGUR GRIEGO				
Leche en polvo	3	Kg	\$ 7,00	\$ 21,00
Cultivo	5	Kg	\$ 5,00	\$ 25,00
MERMELADA				
Stevia	7,5	Kg	\$ 2,50	\$ 18,75
Pectina	300	g	\$ 0,22	\$ 66,00
Ácido cítrico	0,075	Kg	\$ 0,05	\$0,0037
Sorbato de Potasio	30	g	\$ 0,18	\$ 5,40
SUBTOTAL				\$ 361,15
Insumos	Cantidad	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
YOGUR GRIEGO Y MERMELADA				
Envase	330	Unidades	\$ 0,10	\$ 33,00
Etiquetas	330	Unidades	\$ 0,25	\$ 82,50
SUBTOTAL				\$ 115,50
TOTAL				\$ 636,65

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Para la producción de yogur griego con mermelada de fruta mensualmente en la planta se necesitará una inversión de \$ 636,65 con respecto a rubros de materia prima, aditivos e insumos necesarios para la producción normal del alimento.

Para controlar que el producto cumpla con las normativas necesarias se realizaran pruebas físico químicas y microbiológicas cada cierto tiempo, conforme se vaya vendiendo el producto. Los análisis físico químicos y microbiológicos del producto en esta investigación se realizaron en el

laboratorio TOX-CHEM en la ciudad de Riobamba, los costos de estos análisis se explican a continuación.

El costo de los análisis de laboratorio por los lotes es de \$123,20 lo cual crearía un gasto anual de \$1478,40 rubro económico necesario para controlar la calidad del alimento y asegurarnos que los consumidores están ingiriendo un producto sano y bajo estrictas normas de calidad.

Tabla 20-4: Presupuesto para análisis de laboratorio del producto

Parámetros	Unidades	Costo Unitario
LECHE CRUDA		
Acidez titulable como ácido láctico	%	\$ 3,00
Ceniza	%	\$ 3,00
Densidad relativa	g/cm ³	\$ 2,50
Ensayo de reductasa (azul de metileno)		\$ 2,50
Potencial Hidrogeno	uni pH	\$ 2,50
Materia grasa	%	\$ 6,00
Reacción de estabilidad proteica		\$ 2,50
Residuos de medicamentos veterinarios B,T,S		\$ 7,00
Sólidos totales	%	\$ 3,00
Sólidos no grasos	%	\$ 2,00
Aerobios mesófilos	UFC/cm ³	\$ 12,00
Proteína	%	\$ 12,00
YOGUR		
Contenido de grasa	%	\$ 6,00
Coliformes totales	UFC/g	\$ 11,00
E. Coli	UFC/g	\$ 11,00
Mohos y levaduras	UFC/g	\$ 12,00
Proteína	%	\$ 12,00
SUBTOTAL		\$ 110,00
IVA 12%		\$ 13,20
TOTAL		\$ 123,20

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

En la planta será necesario disponer 2 operarios que controlen las etapas de producción, compren insumos, aditivos y se encarguen de la venta del producto terminado. Se necesitará contratar un técnico que se encargará del control de calidad del alimento, además se contará con un gerente que se encargará de la parte administrativa de la planta.

Tabla 21-4: Presupuesto para gastos de mano de obra necesarios para la producción

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Técnico	1	\$ 550	\$ 550
Operario	2	\$ 400	\$ 800
Gerente	1	\$ 550	\$ 550
TOTAL			\$ 1900

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

El costo de mano de obra no calificada y calificada será de \$1900 el mismo que ha sido calculado mensualmente, por lo tanto, el costo anual será de \$ 22800.

De la misma manera se realizará un presupuesto para requerimientos energéticos para la producción de yogur griego con mermelada de fruta.

Tabla 22-4: Costos de requerimientos energéticos

Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Energía	kW/mes	0,04 kW	\$ 23
Agua Potable	m^3/mes	0,49 c/m^3	\$ 11
TOTAL			\$ 34

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Obtenidos los valores por egresos generados para la producción de yogur griego con mermelada de fruta, se indica el total de ingresos, egresos y ganancias anuales que se planea conseguir para la implementación de la planta.

Tabla 23-4: Costos producción de yogur griego con mermelada de fruta

Cantidad de yogur griego (g)	Contenido neto (g)	Cantidad de producción	Costo unitario de yogur griego	Total de ingresos
YOGUR GRIEGO				
70000	210	330	\$ 2,00	\$ 700
MERMELADA				
30000	90	330	\$ 1,00	\$ 300
TOTAL				\$ 900

INGRESOS		
Semanal	Mensual	Anual
\$ 900	\$ 3600	\$ 43200
EGRESOS		
Semanal	Mensual	Anual
\$ 673,46	\$ 2693,85	\$ 32326,20
TOTAL GANANCIAS		
Semanal	Mensual	Anual
\$ 226,54	\$ 906,15	\$ 10873,80

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Semanalmente se obtendrá 70 Kg de yogur griego y 30 Kg de mermelada de fruta, el mismo que será distribuido en 330 envases con un contenido neto de 210 g de yogur y 90 g de mermelada. Si se desglosan los ingresos, egresos y otros gastos adicionales la planta tendrá una ganancia anual de \$ 11965,80.

4.7.1 Cálculo del valor actual neto (VAN) y tasa de retorno interno (TIR)

Es necesario calcular el valor actual neto y la tasa de retorno interno debido a que con estos valores sabremos si el proyecto es factible o no, y por lo tanto si es viable la implementación del mismo.

4.7.1.1 Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto es un criterio de inversión en función del tiempo, mediante el cual se puede diferenciar entre el valor actual de cobros menos el de pagos, es decir, es el valor deseado de todos los flujos de caja referente a un mismo momento del tiempo.

Tabla 24-3: Cálculo del van actual neto

Periodo inicial	Inversión inicial (Inv.): \$ 18620			
0				
Periodos (años)	\$ Ingreso	\$ Egreso	\$ Flujo de Caja (Fj)	$\frac{Fj}{(1+i)^j}$
j				
1	43200	32326,20	10873,80	9885,27
2	43200	32326,20	10873,80	8986,6
3	43200	32326,20	10873,80	8169,6
4	43200	32326,20	10873,80	7427,0
5	43200	32326,20	10873,80	6751,8
Tasa de descuento	i = 10%	$VAN = -Inv + \sum_{j=1}^n \frac{Fj}{(1+i)^j}$		22600,26

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

Interpretación del valor del VAN:

VAN>0; La inversión generará ganancias mayores a la rentabilidad exigida.

VAN=0; La inversión no generará ni ganancias ni pérdidas.

VAN<0; La inversión generará pérdidas menores a la rentabilidad exigida.

Los cálculos elaborados en Excel sobre la evaluación del Valor Neto Actual (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) nos indican que el proyecto es totalmente rentable.

4.7.1.2 Período de recuperación de la inversión

Para saber en qué tiempo se recuperará la inversión se calcula mediante la siguiente ecuación:

Tabla 25-4: Cálculo del período de recuperación de la inversión

Periodo (años)	\$ Flujo de caja	\$ Flujo acumulado
0	- 18620	- 18620
1	9885,27	-8734,7
2	8986,6	251,9
3	8169,6	8421,5
4	7427,0	8421,5
5	6751,8	15173,3

Realizado por: Rodríguez Barba, Mishell, 2020

$$PDR = \text{período último acumulado negativo} + \frac{|\text{último flujo acumulado negativo}|}{\text{flujo de caja del año siguiente}}$$

$$PDR = 1 + \frac{|-8734,7|}{8986,6}$$

$$PDR = 1,97$$

$$PDR = 2 \text{ años}$$

La recuperación del dinero invertido será de 1 año y 7 meses, siendo de esta manera un proyecto óptimo para la implementación en la planta de lácteos.

4.8 Análisis y discusión de resultados

El diseño del proceso de elaboración de yogur griego con mermelada de fruta en la Planta de Lácteos Tunshi Espoch, se inició con el muestreo de la materia prima para los dos procesos los mismos que deben cumplir con las Normas de calidad y que sean aptos para empezar la producción. Los análisis físico químicos de las muestras se realizaron en el laboratorio TOX-CHEM en la ciudad de Riobamba los resultados obtenidos de la leche fueron que en Acidez titulable como láctico 0,16%, Ceniza 0,74%, Materia grasa 3,90%, Sólidos totales 14,19% y Sólidos no grasos 10,29% entre los más representativos por lo que se puede comprobar que la leche cumple con los valores permisibles de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 9:2015. LECHE CRUDA REQUISITOS.

Luego de comprobar que la leche es apta para la elaboración de yogur griego se empezó con los ensayos de prueba y error en el laboratorio de Tunshi, las mismas que se realizaron muestras del producto basadas en la composición que la Norma INEN lo indica, de la misma manera se comprobó que la fruta se encuentre apta para la producción de mermelada y se elaboró muestras mediante el análisis prueba y error con composiciones de la Norma CODEX.

Elaborado el yogur griego y la mermelada de fruta se realizaron diferentes análisis de calidad para obtener un producto totalmente inocuo y adecuado que cumpla con la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2395:2011. Leches Fermentadas y la NORMA CODEX STAN 296-2009, donde se evaluó los requisitos microbiológicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación, los resultados obtenidos fueron en Coliformes totales <1, E. Coli <1, Mohos y levaduras <1 los mismos que cumplen con los valores límites permisibles por tal motivo el producto es apto para el consumo humano. De igual manera la mermelada cumple con los valores adecuados obteniendo 3,5 de pH y 63°BRIX.

Se realizaron otro tipo de pruebas al producto yogur griego como es contenido de grasa con un valor de 3,54% y proteína con un valor de 3,65% los mismos que cumplen con la norma estipulada.

Una vez elaborado el yogur griego y la mermelada de fruta con distintos sabores (fresa y mora), se hicieron pruebas discriminatorias a un grupo de 100 personas administrativas de la EP EMMPA, y a un grupo de familia en la ciudad de Riobamba que actúan como jueces afectivos para determinar el sabor de mermelada más aceptada. Con el análisis de las respuestas receptadas se estableció que la mermelada de mora fue la más aceptada con un porcentaje de 66% de aceptabilidad y la mermelada de fresa con un 34%.

Con la formulación más aceptada se efectúa un escalamiento a nivel industrial, se determinó las variables presentes en la elaboración del producto y se calculó el rendimiento del proceso obteniendo un 60% debido a la gran cantidad que se genera de residuo como es el suero y por la evaporación generada en la elaboración de mermelada, de igual manera se elaboró el dimensionamiento de los equipos y selección de materiales óptimos para la producción.

Para los equipos es necesario que se construyan con acero inoxidable AISI 304 debido a que serán utilizados en la elaboración de productos comestibles. Se diseñó una yogurtera con un volumen de $0,115 \text{ m}^3$, diámetro 0,44 m y una altura 0,76 m con un sistema de agitación que está constituido por un brazo de longitud 0,352 m, espesor del agitador 0,0352 m, diámetro del rodete 0,33 m, distancia entre el rodete y el fondo del tanque 0,41 m, altura de las paletas 0,07 m y con potencia de 0,25 Hp. Para la elaboración de mermelada se diseñó una marmita con un volumen de $0,00115 \text{ m}^3$, diámetro 0,094 m y una altura 0,16 m con un sistema de agitación que está constituido por un brazo de longitud 0,0752 m, espesor del agitador 0,000752 m, diámetro del rodete 0,07 m, distancia entre el rodete y el fondo del tanque 0,01 m, altura de las paletas 0,015 m y con potencia de 0,25 Hp.

Para la producción y proceso de obtención de yogur griego y mermelada de fruta, se necesitan los equipos diseñados para que el funcionamiento sea correcto, en la Planta de Lácteos Tunshi Espoch no cuentan con todos los equipos necesarios para la producción. Mediante los resultados obtenidos del dimensionamiento el producto se comercializará proporciones desde 300g en adelante.

Diseñados los equipos se logrará producir 330 unidades de yogur griego con mermelada de fruta con un contenido neto de 210 gramos de yogur griego y 90 gramos de mermelada de fruta, los costos para la implementación de la fábrica se inician con una inversión de \$ 18620 para empezar con la producción los egresos generados mensualmente en la elaboración es de \$ 2602,85 dicho valor incluye gastos de materia prima, insumos y aditivos, costo de mano de obra y requerimientos energéticos, fijando una ganancia mensual de \$ 997,15 y anual de \$ 11965,80. El período de recuperación de la inversión del presente proyecto es en 1 año con 7 meses generando así ganancias a partir de dicho tiempo.

CONCLUSIONES

- La caracterización de la leche cruda receptada de la Planta de Lácteos Tunshi Espoch para el producto elaborado a nivel de laboratorio indica que la leche cumple con la NTE INEN 9:2015. Leche Cruda, obteniendo resultados de materia grasa 3,90%, sólidos no grasos 10,29% y proteína 3,78%, además se cumple con el rango de aerobios mesófilos de 200 UFC/cm³.
- La elaboración de mermelada de fruta con Stevia se realizó mediante distintas composiciones basadas en investigaciones anteriores, aplicando el ensayo de prueba y error a nivel de laboratorio hasta obtener la más adecuada, se realizó mermeladas de mora y fresa para poder aplicar encuestas a un grupo de personas y obtener resultados de la más aceptada para el producto.
- Las variables del proceso que intervienen en la elaboración del producto de yogur griego con mermelada de fruta son: temperatura, pH, grados Brix y tiempo los mismos que deben ser controlados en cada etapa del procedimiento es decir en el proceso de fabricación de yogur griego en la etapa de pasteurización la temperatura debe llegar a 80°C en un tiempo de 20 minutos, en la inoculación la temperatura debe estar en 35°C de la misma manera en la fermentación durante 12 horas, Controlando el pH de 6,5 a 6,8 en la leche y en el kéfir de 4,0 a 4,6. Para el proceso de elaboración de mermelada en la etapa de estandarización la temperatura es de 75°C a 85°C y la evaporación debe llegar a 104°C.
- La validación del proceso se efectuó mediante análisis físico químicos y microbiológicos en el laboratorio TOX-CHEM, cumpliendo con la NTE INEN 2395:2011. Leches Fermentada, el mismo que contiene 3,54% grasa, 3,65% de proteína y los análisis microbiológicos con resultados <1 UFC/g de Coliformes totales, E. Coli, Mohos y levaduras. La mermelada con 3,5 de pH y 67°Brix cumpliendo con la Norma CODEX STAN 296-2009. Por lo tanto, el producto cumple con los parámetros y es apto para el consumo humano.
- El análisis de costo-beneficio para una producción de 330 unidades del producto con un contenido de 210 gramos de yogur y 90 gramos de mermelada, genera mensualmente una ganancia de \$ 997,15 y anualmente \$11965,80 la inversión en equipos se podría recuperar con facilidad en un año y siete meses.

RECOMENDACIONES

- Con el propósito de conseguir un producto de calidad y libre de contaminantes apto para el consumo humano es necesario controlar la materia prima mediante análisis físicos químicos y microbiológicos para que cumplan con las normas establecidas. Igualmente, controlar la calidad de los insumos de cada producto.
- Evitar la limpieza y lavado de los hongos de kéfir con agua del grifo ya que contiene alta cantidad de cloro que perjudican la composición del mismo, se recomienda hacer este proceso con agua embotellada. De igual manera los hongos no pueden entrar en contacto con el metal.
- Es recomendable utilizar la materia prima e insumos de buena calidad para conseguir que la mermelada cumpla con los parámetros específicos y no perjudique el sabor del yogur griego.
- Controlar todos parámetros implicados en el proceso de elaboración del producto como es la temperatura, el tiempo, pH y grados Brix para obtener alimentos de calidad.
- Se recomienda controlar análisis microbiológicos del yogur griego debido a que por el proceso de fermentación se pueden ocasionar daños de calidad del producto.
- Considerar la aplicación de buenas prácticas de manufactura como prioridad en el proceso de elaboración del producto y así garantizar la inocuidad y calidad del mismo.
- En la elaboración de yogur griego se elimina gran cantidad de suero que puede ser estudiado para distintos propósitos, por tal motivo se recomienda ampliar la investigación de dicho residuo.

BIBLIOGRAFIA

AGUILERA DÍAZ, Anailys. *"El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas"*. Artículo original. [en línea], 2017. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022.

Alpina S.A. *Yogurt Deslactosado Alpina*. [en línea], 2019. [Consulta: 16 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.alpina.com/productos/lacteos/yogurt-deslactosado-alpina>.

BAILÓN NEIRA, Rodolfo. *Informe final de investigación. fermentaciones industriales*. [blog]. [Consulta: 12 septiembre 2020]. Disponible en: https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/IF_MAYO_2012/IF_BAILON%20NEYRA_FIPA.pdf.

BELTRÁN MOSO, Katherin . *Desarrollo de un yogurt natural de bajo contenido calórico, enriquecido con quinua entera tostada (tunkahuan) y edulcorado con stevia (rebaudiana bertonii) y sucralosa .* [blog]. [Consulta: 08 septiembre 2020]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/10367/1/UDLA-EC-TMACSA-2018-21.pdf>.

BENÍTEZ BONILLA, Julysa; & POZUELO BONILLA, Katia . *Desarrollo de mermeladas de fresa (Fragaria ananassa) y de mango (Mangifera indica) con sustitución parcial de azúcar por Stevia .* [blog]. [Consulta: 09 septiembre 2020]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6030/1/AGI-2017-008.pdf>.

BÓSQUEZ YÁNEZ, D. "Perfiles. diseño y construcción de equipos".Perfiles [en línea], 2012. [Consulta: 06 septiembre 2020]. Disponible en: <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/Revistas/Revista%20Perfiles%2009.pdf>.

CÁCERES ORTIZ, Diego. Diseño de tratamiento de agua parauso en la planta de lácteos tunshi – esPOCH. [En línea] (Trabajo de titulación). (Tercer Nivel) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ciencias, Ingeniería Química, Riobamba. 2013. [Consulta: 2020 - 09 - 07] . Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2526/1/96T00208.pdf>.

COCINA SOLAR. *Mermeladas caseras.* [blog]. [Consulta: 06 septiembre 2020]. Disponible en: <https://gastronomiasolar.com/como-hacer-mermeladas-caseras/>.

CODEX STAN 296. *Norma del codex para las confituras, jaleas y mermeladas .*

CODEX STAN2003. *Norma del codex para leches fermentadas.*

DOMÍNGUEZ PANCHO, Freddy. Evolución del packaging para yogurt en riobamba; identidad corporativa y packaging para la planta de producción fcp - esPOCH. [En línea] (Trabajo de titulación). (Tercer Nivel) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ciencias, Ingeniería Química, Riobamba. 2013. [Consulta: 2020 - 09 - 02] . Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2526/1/96T00208.pdf>.

ESPINOSA CHIRIBOGA, Juan. *Estudio de la sustitución parcial de mora por remolacha (Beta vulgaris var. conditiva) en la elaboración de mermelada de mora para la industria pastelera.* [blog]. [Consulta: 04 septiembre 2020]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1674/1/CD-1927.pdf>.

ESPOCH. *Estación experimental tunshi. área pecuaria.* [blog]. [Consulta: 03 septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.esPOCH.edu.ec/index.php/estaciones-experimentales/274-tunshi.html>.

FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Elena; et al. "Documento de Consenso: importancia nutricional y metabólica de la leche". *Nutrición Hospitalaria* . [en línea], 2015. [Consulta: 03 septiembre 2020]. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/09revision09.pdf>.

FINUT FEN. *Composición y valor nutricional de la leche.* España. 2016, pp. 48-55

GARCÍA ZAMBRANO, Janneth. *Valoración de la calidad del yogur elaborado con distintos niveles de fibra de trigo.* [blog]. [Consulta: 03 septiembre 2020]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/851/1/27T0119.pdf>.

GAVIRIA NAVARRO, Juliette. *Mecánica de fluidos. Número de Reynolds.* [blog] [Consulta: 20 enero 2021]. Disponible en: <http://mecanicadefluidoscod5131587.blogspot.com/2015/11/numero-de-reynolds.html>.

GUAÑO LÓPEZ, Yesenia. Optimización de la planta de lácteos en la producción de leche pasteurizada de la estación experimental tunshi [En línea] (Trabajo de titulación). (Tercer Nivel) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ciencias, Ingeniería Química, Riobamba. 2014. [Consulta: 2020 - 09 - 01] . Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2526/1/96T00208.pdf>. [En línea] 2014. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3420/1/96T00254.pdf>.

GUARACA PINO, Evelyn; & GUARACA SIGÜENCIA, Ligia. *Planta de lácteos viglac. guía técnica para la pasteurización de la leche* . [blog]. [Consulta: 01 septiembre 2020]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33798/2/Gu%C3%ADa%20T%C3%A9cnica%20del%20proceso%20de%20Pasteurizaci%C3%B3n%20de%20leche.pdf>.

INIESTA PALLARÉS, Macarena . *Innovación en Producto Alimentario y Plan de Emprendimiento*. [blog]. [Consulta: 08 septiembre 2020]. Disponible en: https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/64387/TFM_MIP_innovacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

JÁCOME SALAGATA, Horacio. Evaluación de la calidad de yogur tipo II con la utilización de gel de linaza como estabilizante natural [En línea] (Trabajo de titulación). (Tercer Nivel) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ciencias, Ingeniería Química, Riobamba. 2014. [Consulta: 2020 - 09 - 02] . Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3420/1/96T00254.pdf>. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/820/1/25T0144.pdf>.

KRETSCHMER, Julio. *Sanidadnaval*. [blog] [Consulta: 12 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.sanidadnaval.cl/wp-content/uploads/2016/02/boletin-5-JULIO-2017.pdf>.

MANZUR, A; & CARDOSO, J. "Velocidad de evaporación del agua". *Revista Mexicana de Física* 61, (2015), (Mexico, D. F) pp. 31-34.

MARCIA PALMA , Ezra; & MALESPÍN ROCHA, Julia. *Estudio de la Fermentación Láctica para la Recuperación de Quitina a partir de Desechos de Camarón y Langostino*.

[blog] [Consulta: 10 agosto 2020]. Disponible en: <http://ribuni.uni.edu.ni/820/1/38797.pdf>.

MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA. *Nutrición y educación alimentaria. yogur: un alimento, muchos beneficios.* [blog]. [Consulta: 08 agosto 2020]. Disponible en: https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/escuelagro/_archivos//000010_Alimentos/000000_Educacion%20Alimentaria/000000_Ficha%20Yogur.pdf.

MORA ADAMES, William. Aplicación de fermentación láctica en el desarrollo de productos para la generación de valor en polen apícola [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad nacional de Colombia. 2017. [Consulta: 2020 - 08 - 15] . Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/61587/1/1024527620.2017%20sin%20restricci%C3%B3n.pdf>.

MORI NUÑEZ , CARLOS LUIS . 2017. Efecto de la carragenina y sacarosa en la actividad de agua, ph, sinéresis y acidez del yogurt [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. 2017. [Consulta: 2020 - 08 - 14]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3166/Q04-M675-T.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

MOYANO ARÉVALO, Andrea. Diseño de un proceso industrial para la elaboración de yogur en la microempresa lácteos “ilapeñito” [En línea] (Trabajo de titulación). (Tercer Nivel) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ciencias, Ingeniería Química, Riobamba. 2014. [Consulta: 2020 - 07 - 14] . Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8667/1/96T00469.pdf>.

NÚCLEO AMBIENTAL S.A.S. *Manual mermelada. programa de apoyo agrícola y agroindustrial.* [blog]. [Consulta: 07 agosto 2020]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14318/Mermelada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

NÚCLEO AMBIENTAL S.A.S. *Manual mermelada. programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial cámara de comercio de bogotá.* [blog]. [Consulta: 06 agosto 2020]. Disponible en:

<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14318/Mermelada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

NTE INEN 2395. *Norma técnica ecuatoriana. Leches fermentadas. Requisitos.*

NTE INEN 9. *Norma técnica ecuatoriana. Leche cruda. Requisitos.*

PÉREZ, Verónica. *Nutrición Pereira.* [blog]. [Consulta: 05 agosto 2020]. Disponible en: <https://nutricionpereira.com/author/veronica-pereira-perez/>.

PLAZA CHACHO, Johanna. Proceso de elaboración del kéfir y su aplicación gastronómica [En línea]. (Trabajo de titulación). (Tercer Nivel) Universidad de Cuenca, Ciencias, Ingeniería Química, Cuenca. 2019. [Consulta: 2020 - 07 - 12] . Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32166/1/Trabajo%20de%20Titulaci%C3%B3n.pdf>.

PUERTA QUINTERO, Gloria. *Avances técnicos. fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café.* [blog]. [Consulta: 03 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0402.pdf>.

RODRÍGUEZ FIGUEROA; et al. "Avances en el estudio de la bioactividad multifuncional del kéfir". *Interciencia*, vol. 6, n° 42 (2017), (Caracas) pp. 347 - 354.

SALAS, Nico . *Propiedades y Beneficios No Contadas del Kéfir de Agua.* [blog]. [Consulta: 01 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.ifeelmaps.com/blog/2017/04/propiedades-y-beneficios-no-contadas-del-kefir-de-agua>.

SALVADOR REYES, Rebeca; et al. "Estudio de la Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud". *Scientia Agropecuaria*, 2014, pp. 157-163.

TRUJILLO ESTRELLA, Erika. Diseño de un proceso industrial para la elaboración de kéfir en la microempresa de lácteos camilita [En línea] (Trabajo de titulación). (Tercer Nivel) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ciencias, Ingeniería Química, Riobamba. 2014. [Consulta: 2020 - 07 - 12] . Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11062/1/96T00538.pdf>.

USCANGA DOMÍNGUEZ, L; et al. "Posición técnica sobre la leche y derivados lácteos en la salud y en la enfermedad del adulto de la Asociación Mexicana de Gastroenterología y la Asociación Mexicana de Gerontología y Geriatria". *ScienceDirect*, vol. 84 (2019), (México) pp. 357-371.

VÁZQUEZ HERNÁNDEZ, María; et al. "Consumo actual de edulcorantes naturales (beneficios y problemática): Stevia". Artículo de opinión [en línea], 2017. [Consulta: 02 agosto 2020]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v39n5/rme160517.pdf>.

VELEZ VILLAVICENCIO, Karen. Diseño de un proceso industrial para la obtencion de yogurt fortificado con harina de quinoa(chenopodium quinoa) a desarrollarse en la planta de lácteos de la espoch ubicada en la comunidad tunshi [En línea] (Trabajo de titulación). (Tercer Nivel) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ciencias, Ingeniería Química, Riobamba. 2014. [Consulta: 2020 - 06 - 04] . Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10561/1/96T00521.pdf>.

VERA BALCÁZAR, María. Elaboración y aplicación gastronómica del yogur [En línea] (Trabajo de titulación). (Tercer Nivel) Universidad de Cuenca, Ciencias, Ingeniería Química, Cuenca. 2011. [Consulta: 2020 - 07 - 24] . Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1554/1/tgas18.pdf>.

WACHER RODARTE, Carmen. "La biotecnología alimentaria antigua: los alimentos fermentados". *Revista Unam*, vol. 15 (2014), (México)

WEILL, Ricardo. "El yogur, un alimento milenario a la luz del siglo xxi". *Asociación Civil Danone para la Nutrición, la Salud y la Calidad de Vida*, (2017), (Buenos Aires) pp 33.

ZANIN, Tatiana. *Tuasaúde* [blog]. [Consulta: 01 agosto 2020]. Disponible en: <https://www.tuasaude.com/es/kefir/>.

ANEXOS

ANEXO A: Proceso de elaboración a nivel de laboratorio de yogur griego

ANEXO A



a)



b)



c)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Mishell Andrea Rodríguez Barba </p>	<p style="text-align: center;"> DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE YOGUR GRIEGO CON MERMELADA DE FRUTA A BASE DE STEVIA A PARTIR DE LA FERMENTACIÓN DE KÉFIR </p>											
<p>a) Recepción y filtración materia prima b) Pasteurización c) Inoculación y fermentación</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td> </td><td>CERTIFICADO</td></tr> <tr><td>X</td><td>APROBADO</td></tr> <tr><td> </td><td>POR APROBAR</td></tr> <tr><td> </td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td> </td><td>POR VERIFICAR</td></tr> </table>			CERTIFICADO	X	APROBADO		POR APROBAR		POR CALIFICAR		POR VERIFICAR	LÁMINA	ESCALA
	CERTIFICADO													
X	APROBADO													
	POR APROBAR													
	POR CALIFICAR													
	POR VERIFICAR													
			1	1:4	08/12/2020									

ANEXO B: Proceso de elaboración a nivel de laboratorio de mermelada de fruta

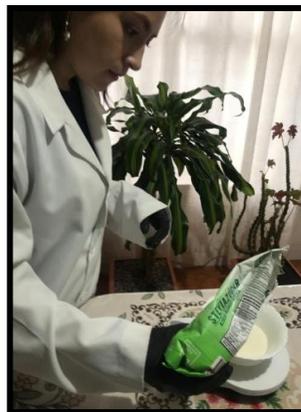
ANEXO B



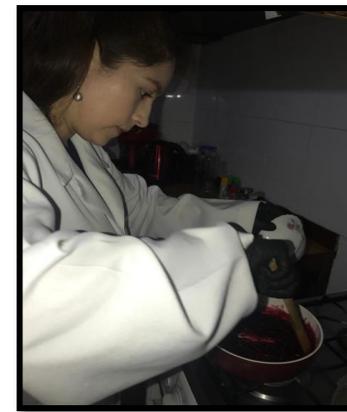
a)



b)



c)



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p>	<p>DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE YOGUR GRIEGO CON MERMELADA DE FRUTA A BASE DE STEVIA A PARTIR DE LA FERMENTACIÓN DE KÉFIR</p>												
<p>a) Lavado materia prima</p> <p>b) Pesaje de materia prima e insumos</p> <p>c) Evaporación</p>	<table border="1"> <tr><td></td><td>CERTIFICADO</td></tr> <tr><td>X</td><td>APROBADO</td></tr> <tr><td></td><td>POR APROBAR</td></tr> <tr><td></td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td></td><td>POR VERIFICAR</td></tr> </table>			CERTIFICADO	X	APROBADO		POR APROBAR		POR CALIFICAR		POR VERIFICAR	<p>ELABORADO POR: Mishell Andrea Rodríguez Barba</p>	<p>LÁMINA</p>	<p>ESCALA</p>
	CERTIFICADO														
X	APROBADO														
	POR APROBAR														
	POR CALIFICAR														
	POR VERIFICAR														
			<p>1</p>	<p>1:4</p>	<p>08/12/2020</p>										

ANEXO C: Etiquetas y logo del producto

ANEXO C



a)



b)



c)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Mishell Andrea Rodríguez Barba	DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE YOGUR GRIEGO CON MERMELADA DE FRUTA A BASE DE STEVIA A PARTIR DE LA FERMENTACIÓN DE KÉFIR											
a) Logo del producto b) Etiqueta del producto mermelada de mora c) Etiqueta del producto mermelada de fresa	<table border="1"> <tr><td></td><td>CERTIFICADO</td></tr> <tr><td>X</td><td>APROBADO</td></tr> <tr><td></td><td>POR APROBAR</td></tr> <tr><td></td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td></td><td>POR VERIFICAR</td></tr> </table>			CERTIFICADO	X	APROBADO		POR APROBAR		POR CALIFICAR		POR VERIFICAR	LÁMINA	ESCALA
		CERTIFICADO												
X	APROBADO													
	POR APROBAR													
	POR CALIFICAR													
	POR VERIFICAR													
			1	1:4	08/12/2020									

ANEXO D: Análisis sensorial

ANEXO D



a)



b)



c)



d)



e)

x



f)

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE YOGUR GRIEGO CON MERMELADA DE FRUTA A BASE DE STEVIA A PARTIR DE LA FERMENTACIÓN DE KÉFIR												
Jueces afectivos	<table border="1"> <tr><td></td><td>CERTIFICADO</td></tr> <tr><td>X</td><td>APROBADO</td></tr> <tr><td></td><td>POR APROBAR</td></tr> <tr><td></td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td></td><td>POR VERIFICAR</td></tr> </table>		CERTIFICADO	X	APROBADO		POR APROBAR		POR CALIFICAR		POR VERIFICAR	<p>ELABORADO POR: Mishell Andrea Rodríguez Barba</p>	LÁMINA	ESCALA	FECHA
		CERTIFICADO													
X	APROBADO														
	POR APROBAR														
	POR CALIFICAR														
	POR VERIFICAR														
1	1:4	08/12/2020													

ANEXO E: Análisis físico químicos y microbiológicos de la leche cruda

TOX-CHEM	LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO	LTC-ALI-001-20
-----------------	---------------------------------	----------------

MATRIZ: ALIMENTOS Oferta N° 012

Empresa
-
Atención
MISHELL ANDREA RODRÍGUEZ BARBA
Dirección
Esmeraldas y Humberto Merino
Teléfono
0998426645
Tipo de muestra
Leche cruda
Código de la empresa
Muestra-01
Condiciones ambientales de análisis
Tmin: 18,2°C T max: 19,7 °C

Fecha de recepción
2020-08-25
Fecha de Ensayo
2020/08/25 - 2020/08/28
Fecha de Emisión
2020-08-29

RESULTADOS ANALÍTICOS

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO	VLP. Min	VLP. Max
Acidez titulable como ácido láctico	NTE INEN 13	%	0,16	0,13	0,17
Ceniza	NTE INEN 14	%	0,74	0,65	-
Densidad relativa a 15°C	NTE INEN 11	g/cm3	1,031	1,029	1,032
Ensayo de reductasa (azul de metileno)	NTE INEN 18	-	7,5 h	4 h	-
*Potencial Hidrogeno	AOAC 981.12b	uni pH	6,76	6,6	6,8
Materia grasa	método interno	%	3,90	3	-
Reacción de estabilidad proteica	NTE INEN 1500	-	Negativo	Negativo	-
*Residuos de medicamentos veterinarios Betalactámicos	método interno (cualitativo)	-	Negativo	Negativo	-
*Residuos de medicamentos veterinarios Tetraciclinas	método interno (cualitativo)	-	Negativo	Negativo	-
*Residuos de medicamentos veterinarios Sulfamidas	método interno (cualitativo)	-	Negativo	Negativo	-
Sólidos totales	NTE INEN 14	%	14,19	11,2	-
Sólidos no grasos	método interno cálculo	%	10,29	8,2	-

Av. 21 de Abril y Otto Arosemena. RIOBAMBA-ECUADOR
toxchemgroup@gmail.com
0998341037



Aerobios mesófilos	método interno	UFC/cm ³	200	-	2 x 10 ⁴
Proteína	AOAC 2001.11	%	3,78	2,9	-

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada por el cliente y receptada en el laboratorio.
- Valores límites permisibles: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 9:2015. LECHE CRUDA REQUISITOS.
- Métodos con (*) utilizados con fines de control de calidad.

Documento aprobado por:


 BQF. Edwin F. Basantes
 J.LAB



ANEXO F: Análisis físico químicos y microbiológicos de yogur griego

	LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO	LTC-ALI-002-20
---	--	----------------

MATRIZ: ALIMENTOS

Oferta N° 012

Empresa

-
Atención
 MISHHELL ANDREA RODRÍGUEZ BARBA
Dirección
 Esmeraldas y Humberto Merino
Teléfono
 0998426645
Tipo de muestra
 Leche fermentada
Código de la empresa
 Muestra-01
Condiciones ambientales de análisis
 Tmin: 19,1°C T max: 21,4 °C

Fecha de recepción
 2020-09-09
Fecha de Ensayo
 2020/09/09 - 2020/08/11
Fecha de Emisión
 2020-09-12

RESULTADOS ANALÍTICOS

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO	VLP. Min	VLP. Max
Contenido de grasa	método interno	%	3,54	2,5	-
Proteína	AOAC 2001.11	%	3,65	2,7	-

REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS EN LECHE FERMENTADA SIN TRATAMIENTO TÉRMICO POSTERIOR A LA FERMENTACIÓN

PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	RESULTADO	m	M
Coliformes totales	método interno	UFC/g	<1	<1	100
E.coli	método interno	UFC/g	<1	<1	<1
Mohos y levaduras	método interno	UFC/g	<1	200	500

m= Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.
 M= Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

OBSERVACIONES:

- Muestra tomada por el cliente y receptada en el laboratorio.
- Valores límites permisible: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2395:2011. LECHE FERMENTADS. REQUISITOS.

Av. 21 de Abril y Otto Arosemena. RIOBAMBA-ECUADOR
 toxchemgroup@gmail.com
 0998341037



ANEXO G: Formato de encuesta de aceptación del producto

ENCUESTA DE ACEPTACIÓN

Tema de titulación ESPOCH
***Obligatorio**

1. Ingrese su nombre: *

2. De la muestra YM01, valore los parámetros que se muestran a continuación: *

Marca solo un óvalo por fila.

	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta
Color	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. De la muestra YM02, valore los parámetros que se muestran a continuación:

Marca solo un óvalo por fila.

	Me gusta	No me gusta ni me disgusta	No me gusta
Color	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Olor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sabor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Textura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. De los productos degustados cuál fue el que le agrado más? *

Marca solo un óvalo.

YM01

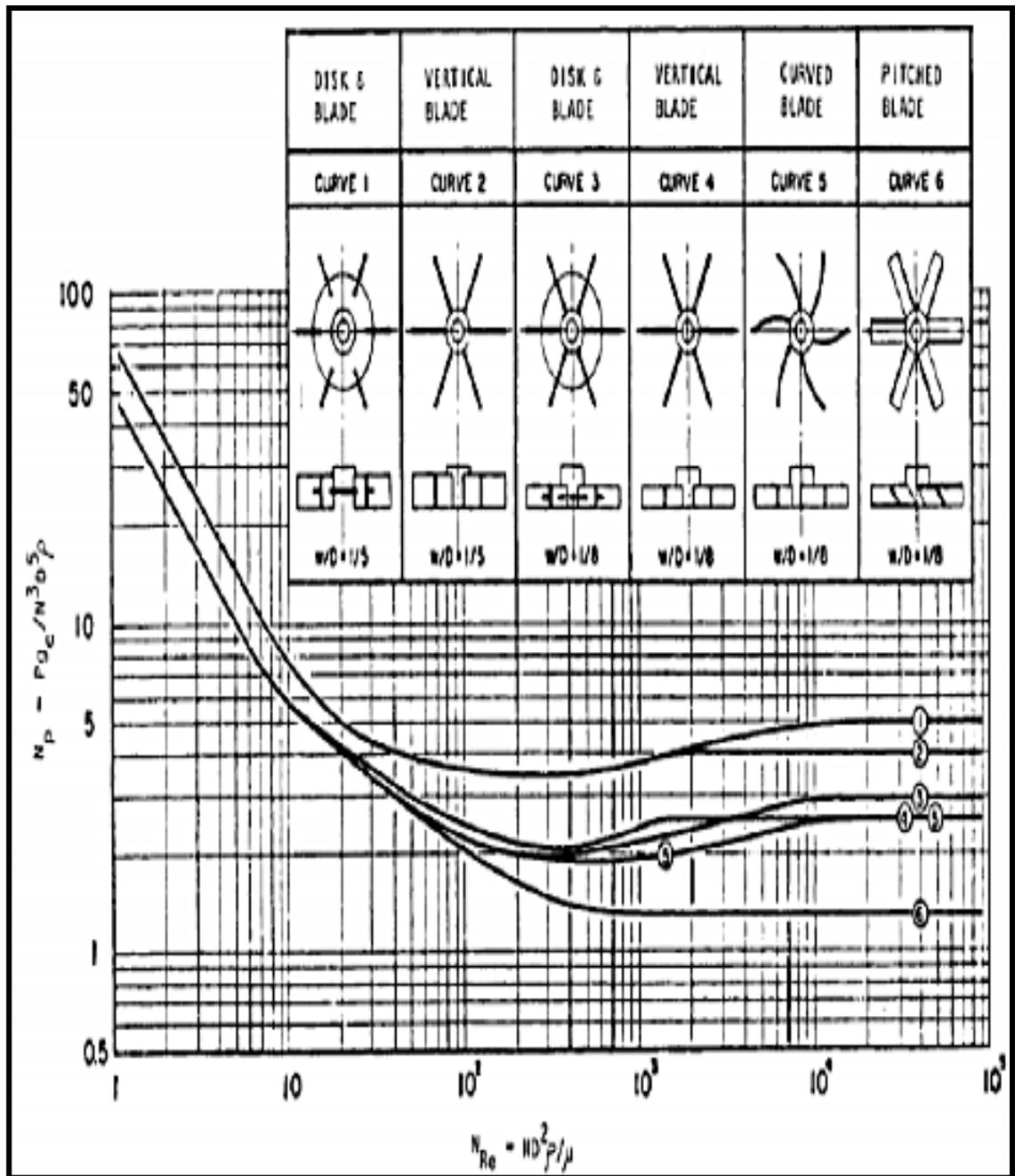
YM02

5. Recomendaciones:

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

ANEXO H: Tabla de relación Número de Reynolds y Potencia



ANEXO I: DISEÑO DE LA YOGURTERA

The technical drawing shows a yogurt maker with the following dimensions:

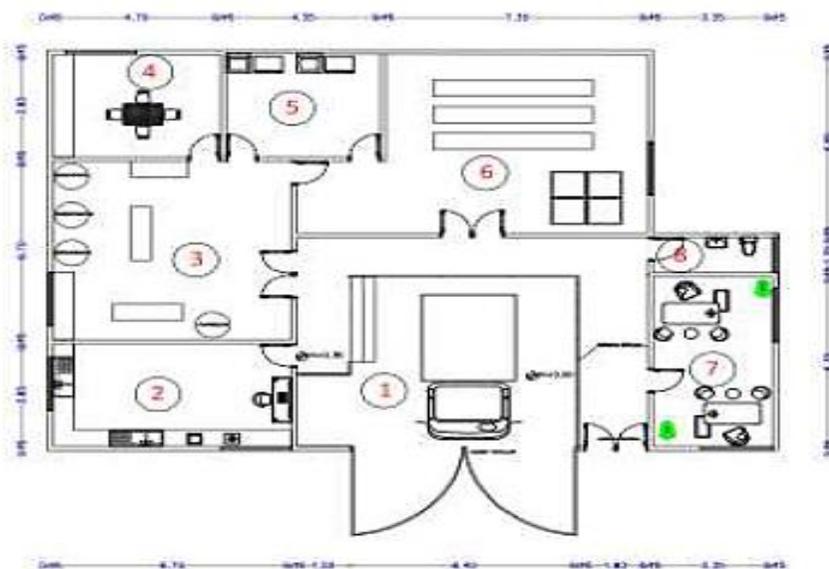
- Top view: Diameter 0.44m, central shaft diameter 0.22m.
- Front view: Height 0.76m, width 0.44m.
- Side view: Height 0.76m, width 0.44m.

A 3D perspective view of the yogurt maker is shown to the right of the technical drawings.

MARWATA
S.A.S. 2018

 ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO "ESPOCH"			
DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACION DE YOGUR GRIEGO CON MERMELADA DE LA FRUTA A BASE DE STEVIA A PARTIR DE LA FERMENTACION DE KEFIR			
CONTENIDO: YOGURTERA		REALIZADO POR: MIRELL RODRIGUEZ BARBA	REVISADO POR: ING. MABEL PARADA
ESCALA: 1/50	LAMINA: 1/2		ING. CESAR PUENTE
FECHA: FEB-2021			

ANEXO J: PLANOS ARQUITECTÓNICOS



PLANTA ARQUITECTÓNICA
Escala: 1:200

ITEM N°	DESCRIPCION
1	AREA DE RECEPCION DE MATERIA PRIMA
2	AREA DE LABORATORIO
3	AREA DE PRODUCCION
4	AREA DE ETIQUETADO
5	AREA DE REFRIGERACION
6	AREA DE BODEGA
7	OFICINAS
8	BATERIAS SANITARIAS



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA
DE CHIMBORAZO "ESPOCH"

DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACION DE YOGUR GRIEGO CON MERMELADA DE LA FRUTA A BASE DE STEVIA A PARTIR DE LA FERMENTACION DE KEFIR

CONTIENE: PLANOS ARQUITECTONICOS		REALIZADO POR: MIBELL RODRIGUEZ BARBA	REVISADO POR: ING. MABEL PARADA
ESCALA: 1/200	LAMINA: 2/2		ING. CESAR PUENTE
FECHA: FEB-2021			