



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

**“DISEÑO DEL PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGURT  
EN LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS SHUSHUFINDI”**

**Trabajo de Titulación**

**Tipo:** Proyecto Técnico

Presentado para optar por el grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA:** GLADYS VANESSA RIVERA VENEGAS

**DIRECTOR:** ING. CÉSAR ARTURO PUENTE GUIJARRO

Riobamba-Ecuador

2019

© 2019, Gladys Vanessa Rivera Venegas

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, Gladys Vanessa Rivera Venegas, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos en el documento que provienen de otra fuente 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, 8 de julio de 2019.

**Gladys Vanessa Rivera Venegas**

**Cedula de Identidad: 210064437-2**

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

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: Tipo proyecto técnico **“Diseño de un proceso para la producción de yogurt en las Asociación de Ganaderos “Shushufindi”** de responsabilidad de la señorita Gladys Vanessa Rivera Venegas, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. César Arturo Puente Guijarro <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	08-07-2019
Ing. Mabel Mariela Parada Rivera, M.Sc <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	08-07-2019

## **DEDICATORIA**

Mi trabajo de titulación se lo dedico en primer lugar a Dios por darme la vida y oportunidad de cumplir mis metas. A mi madre Gladys quien ha sido mi ejemplo de superación, sacrificio, dedicación, fortaleza, por su amor y su apoyo incondicional para que yo pueda cumplir mis sueños. A mi hermosa hija Valentina que con su amor y sus primeras locuras legraba mis días que han sido mi fortaleza para poder terminar mi trabajo de titulación.

Vanessa

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por dame vida, salud, para que pueda cumplir con mis sueños. A mi madre Gladys por todo su amor, su apoyo incondicional y por saber guiar mi camino con sus consejos. Un agradecimiento especial a mi abuelito Miguel quien a la distancia siempre ha sabido apoyarme y creer en mí. A mis hermanos Maicol y Katherine quiénes han sabido motivarme con su cariño. A mi esposo Patricio por todo su apoyo incondicional, quien ha sabido motivarme día a día en esta etapa muy importante de mi vida.

Un agradecimiento particular para mi Director y colaboradora del trabajo de titulación Ing. César Puente y la Ing. Mabe Parada por su calidad humana, profesionalismo, sus predisposiciones a colaborar conmigo para que se lleve a cabo mi trabajo de titulación, siempre los llevare en mi corazón.

Vanessa

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
<b>CAPITULO 1</b>	
<b>1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1 Identificación del problema.....	1
1.2 Justificación del proyecto .....	2
1.3 Línea base del proyecto .....	2
1.3.1 Antecedentes de la asociación de ganaderos ‘Shushufindi’ .....	2
1.3.2 Marco conceptual.....	3
1.4 Beneficiarios directos e indirectos .....	10
<b>CAPITULO II</b>	
<b>2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....</b>	<b>11</b>
2.1 General.....	11
2.2 Específicos.....	11
<b>CAPITULO III</b>	
<b>3. ESTUDIO TÉCNICO .....</b>	<b>12</b>
3.1 Localización del Proyecto .....	12
3.2 Ingeniería del Proyecto .....	13
3.2.1. Tipo de estudio.....	13
3.2.2. Metodología.....	13
3.2.3 Métodos y técnicas.....	13
3.2.4 Procedimiento a nivel laboratorio .....	18
3.2.5 Balance de masa y energía.....	39
3.2.6 Dimensionamiento de equipos .....	61
3.2.7 Resultados.....	68
3.3 Proceso de Producción.....	70
3.3.1 Materia prima e insumos para la obtención de yogurt .....	71
3.3.3. Diagrama del proceso.....	71
3.4 Distribución de la Planta de Lácteos .....	74
3.4.1 Descripción de las áreas de la planta .....	74
3.3.5 Capacidad de producción.....	75

<b>3.4 Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria .....</b>	<b>76</b>
<i>3.4.1. Requerimientos de Equipos .....</i>	<i>76</i>
<i>3.4.2. Materiales necesarios para el área de control de calidad a implementar la planta.....</i>	<i>77</i>
<b>3.5 Análisis de costo/beneficio para la producción de yogurt.....</b>	<b>77</b>
<i>3.5.1 Inversión Fija.....</i>	<i>77</i>
<i>3.5.2 Determinación de egresos .....</i>	<i>80</i>
<i>3.5.3 Financiamiento .....</i>	<i>81</i>
<i>3.5.4 Cálculo de valor actual neto, tasa de retorno interno y periodo de recuperación .....</i>	<i>84</i>
<b>3.6 Cronograma de ejecución del proyecto.....</b>	<b>87</b>
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>88</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>91</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>92</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Composición de la leche.....	4
<b>Tabla 2-1:</b> Composición del yogurt.....	6
<b>Tabla 1-3:</b> Localización geográfica de Shushufindi.....	12
<b>Tabla 2-3:</b> Técnicas para el análisis físico-químico .....	15
<b>Tabla 3-3</b> Técnica análisis microbiológico.....	17
<b>Tabla 4-3:</b> Requisitos organolépticos, físicos- químicos y microbiológicos de la leche.....	18
<b>Tabla 5-3:</b> Codificación de las muestras de yogurt .....	22
<b>Tabla 6-3:</b> Resultados del nivel de aceptación general de los jueces afectivos .....	23
<b>Tabla 7-3:</b> Frecuencia observada “Sabor” .....	25
<b>Tabla 8-3:</b> Contingencia-sabor .....	26
<b>Tabla 9-3</b> Frecuencia esperada.....	28
<b>Tabla 10-3</b> Chi-cuadrado calculado .....	29
<b>Tabla 11-3</b> Resultados Chi-cuadrado/parámetro sabor .....	30
<b>Tabla 12-3</b> Frecuencia observada.....	30
<b>Tabla 13-3:</b> Contingencia-olor .....	31
<b>Tabla 14-3:</b> Frecuencia esperada.....	31
<b>Tabla 15-3:</b> Resultados Chi-cuadrado/parámetro olor .....	32
<b>Tabla 16-3:</b> Frecuencia observada-consistencia.....	32
<b>Tabla 17-3:</b> Contingencia-consistencia .....	33
<b>Tabla 18-3:</b> Frecuencia esperada-consistencia.....	33
<b>Tabla 19-3:</b> Resultados Chi-cuadrado/parámetro consistencia .....	34
<b>Tabla 20-3:</b> Frecuencia observada-textura .....	34
<b>Tabla 21-3:</b> Contingencia-textura.....	35
<b>Tabla 22-3:</b> Frecuencia esperada-textura .....	36
<b>Tabla 23-3:</b> Resultados Chi-cuadrado/parámetro textura.....	36
<b>Tabla 24-3:</b> Análisis de la leche cruda .....	37
<b>Tabla 25-3:</b> Variables del proceso.....	38
<b>Tabla 26-3:</b> Datos adicionales.....	39
<b>Tabla 27-3</b> Sistema de agitación .....	64
<b>Tabla 28-3:</b> Resultados de diseño del tanque receptor de leche.....	69
<b>Tabla 29-3:</b> Resultados de diseño de la marmita/yogurtera .....	69
<b>Tabla 30-3:</b> Análisis físico-químico y microbiológico del yogurt .....	70
<b>Tabla 31-3:</b> Materia prima para la obtención de yogurt.....	71
<b>Tabla 32-3:</b> Insumos para la producción de yogurt.....	71
<b>Tabla 33-3:</b> Requerimientos de equipos.....	76

<b>Tabla 34-3:</b> Requerimientos de materiales .....	77
<b>Tabla 35-3:</b> Costos de los equipos para la línea principal del proceso .....	78
<b>Tabla 36-3:</b> Costos de los Equipos para control y seguimiento del proceso .....	78
<b>Tabla 37-3:</b> Inversiones en la planta de procesamiento .....	79
<b>Tabla 38-3:</b> Recursos humanos para el montaje e instalación del proceso .....	79
<b>Tabla 39-3:</b> Inversión fija.....	79
<b>Tabla 40-3:</b> Servicios básicos.....	80
<b>Tabla 41-3:</b> Recursos humanos para el proceso de manufactura .....	80
<b>Tabla 42-3:</b> Costo de elaboración de yogurt por lote .....	81
<b>Tabla 43-3:</b> Egresos anuales.....	81
<b>Tabla 44-3:</b> Costos totales de inversión fija y egresos .....	82
<b>Tabla 45-3:</b> Ingresos anuales.....	83
<b>Tabla 46-3:</b> VAN.....	84
<b>Tabla 47-3</b> Periodo de recuperación de la inversión .....	85

## INDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1-3:</b> Recepción leche cruda.....	19
<b>Fotografía 2-3:</b> Filtrado leche cruda.....	19
<b>Fotografía 3-3:</b> Adición de azúcar.....	19
<b>Fotografía 4-3:</b> Pasteurización a 90°C.....	20
<b>Fotografía 5-3:</b> Enfriado y adición del cultivo láctico.....	20
<b>Fotografía 6-3:</b> Adición de cultivo termófilo .....	20
<b>Fotografía 7-3:</b> Filtrado del yogurt .....	21
<b>Fotografía 8-3:</b> Adición de colorante y saborizante.....	21
<b>Fotografía 9-3:</b> Envasado del yogurt .....	21

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Porcentajes de aceptación de cada formulación .....	24
<b>Gráfica 2-3:</b> Aceptación general del yogurt de acuerdo a los parámetros analizados .....	24
<b>Gráfico 3-3:</b> Frecuencia sabor.....	25
<b>Gráfico 4-3:</b> Frecuencia olor .....	30
<b>Gráfico 5-3:</b> Frecuencia-Consistencia.....	32
<b>Gráfico 6-3:</b> Frecuencia-textura .....	35
<b>Gráfica 7-3:</b> Caracterización de la potencia frente al número de Reynolds.....	67

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Proceso de fermentación láctica.....	8
<b>Figura 1-3:</b> Localización de la asociación de ganaderos “Shushufindi”.....	12
<b>Figura 2-3</b> Balance de masa general .....	45

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de titulación es diseñar un proceso para la producción de yogurt en la Asociación de Ganaderos “Shushufindi”, partiendo con la realización de un muestreo y posteriormente la realización de la caracterización físico-química y microbiológica de la materia prima (leche cruda) basada en la norma NTE INEN 9:2015, por consiguiente se llevó a cabo una selección del producto final (yogurt) mediante la aplicación de un método estadístico que determine el sabor que más gusto empleando encuestas que verifiquen el análisis de parámetros como olor, textura, sabor y consistencia, siendo su resultado la selección de la muestra que contaba con un código “N” perteneciente al yogurt natural teniendo un porcentaje de aceptabilidad del 44,3% mientras que el resto se divide entre las otras 4 muestras de diferentes sabores. A continuación, se realizó los cálculos de ingeniería con finalidad de dimensionar los equipos que forman parte de la línea de producción según la capacidad requerida por la asociación que es de 800 litros, los equipos que conforman son: tanque de recepción y una marmita de chaqueta con agitación. El diseño se validó mediante un análisis físico-química y microbiológica del producto final obtenido, es decir, en base a la norma NTE INEN 2395:2011 registrando valores como proteína 3,95%; grasa 2,2% y resultados de ausencia en Coliformes Fecales, Escherichia Coli y Mohos, mismos que se encuentran dentro de la normativa exigidos por la norma, concluyendo que el proceso, así como el producto son de calidad, a más de ser apto para la comercialización y consumo humano. Se recomienda que al contar con un yogurt base, es decir natural, a partir de este se puede añadir saborizantes y colorantes al mismo para mayor variación de sabores y por ende una mejora en servicio al consumidor.

**Palabras claves:** <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <PROCESO QUÍMICO>, <DIMENSIONAMIENTO>, <LECHE CRUDA >, <PASTEURIZACIÓN>, <FERMENTACIÓN>, <YOGURT >

## **ABSTRACT**

The objective of the present titration work is to design a process for the production of yogurt in the Livestock Association “Shushufindi”, starting with the realization of a sampling and later the realization of the physical-chemical and microbiological characterization of the raw material (milk raw) based on the NTE INEN 9:2015 standard, therefore a selection of the final product (yogurt) was carried out by applying a statistical method that determines the flavor that tastes more using surveys that verify the analysis of parameters such as odor, texture, flavor and consistency, being the result the selection of the sample that had a “N” code belonging to the natural yogurt having an acceptability percentage of 44.3% while the rest is divided among the other 4 samples of different flavors. Then, the engineering calculations were carried out in order to size the equipment that is part of the production line according to the capacity required by the association, which is 800 liters. The equipment included are: reception tank and a jacket kettle with analysis of the final product obtained, that is, based on the NTE INEN 2393:2011 standard, registering values as protein 3.95%; 2.2% fat and absence results in Fecal Coliforms, Escherichia Coli and Molds, which are within the norms required by the norm, concluding that the process, as well as the product are of quality, besides being an act for marketing and human consumption. It is recommended that by having a base yogurt, that is to natural, from this it is possible to add flavorings and colorants to the same for greater variation of flavors and therefore and improvement in service to the consumer.

**Keywords:** <CHEMICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, < CHEMICAL PROCESSING>, <DIMENSIONING>, <CRUDE MILK>, <PASTEURIZATION>, <FERMENTATION>, <YOGURT >

## **CAPITULO 1**

### **1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Identificación del problema**

En la provincia de Sucumbíos, el comercio es muy variado, aunque la producción de petróleo ha sido la mayor fuente de comercio de la provincia, también la ganadería ha cobrado importancia para la circulación de la economía en la misma. En el cantón de Shushufindi existe gran cantidad de personas dedicadas a la cría de animales de granja para su explotación, entre ellos el ganado vacuno, mismo que cuenta con gran variedad de formas de comercialización. La leche es una de las materias primas más utilizadas en la industria de alimentos, sin embargo, en Shushufindi y en varios lugares de nuestro país no existe un aprovechamiento de la misma, por causa de la falta de conocimiento o de interés. Lo que sucede en la Asociación de Ganaderos Shushufindi es que la producción de leche abarca solamente la elaboración de quesos y consumo de la misma.

La Asociación de Ganaderos Shushufindi, posee la producción de leche para su aprovechamiento propio, mediante la realización de queso y la venta de este, y en forma directa, es decir como leche cruda, ahora bien, diariamente se llega a generar hasta 4500 litros por la asociación, de los cuales un aproximado de 800 litros no se logra vender ni destinar a ninguna otra elaboración de algún derivado lácteo. El no contar con los medios y la ayuda técnica, denota necesidad de implementar una línea de producción de yogurt con su debido proceso e industrialización, con finalidad de obtener un producto que cumpla las normativas de calidad.



## **1.2 Justificación del proyecto**

Históricamente la provincia de Sucumbíos se ha caracterizado por poseer una tendencia agrícola y ganadera, sin embargo, los productos obtenidos han sido comercializados en estado más puro, por esta razón el nivel económico se ha basado en este sistema.

La Asociación de Ganaderos Shushufindi ha decidido darle un valor agregado a la leche como materia prima para obtener un producto de calidad, el mismo que sirva para garantizar un aumento de ingresos económicos a la asociación y los pobladores del Cantón y alrededores con la apertura de las plazas de trabajo mediante la implementación del proceso diseñado y además brindar la oportunidad del ingreso del producto en el sistema económico de la industria de alimentos lácteos del país. Por esta razón surge el requerimiento de la Asociación de Ganaderos Shushufindi del diseño del proceso para la elaboración de yogurt aprovechando la materia prima (leche), misma que ellos producen (Luz María Alzate Tamayo, 2012).

Con el **“Diseño del proceso para la producción de yogurt en la Asociación de Ganaderos Shushufindi”**, también se pretende que al implementar este proyecto sea un medio para brindar a la población un producto de calidad cumpliendo con la Norma Técnica Ecuatoriana Norma NTE 2395:2011 para LECHES FERMENTADAS, en donde un porcentaje de la materia prima de la Asociación, obtenida de su ganado vacuno, será destinada a la elaboración del mismo, debido a que esta materia prima normalmente es utilizada para la elaboración de queso y comercialización de leche.

## **1.3 Línea base del proyecto**

### ***1.3.1 Antecedentes de la asociación de ganaderos “Shushufindi”***

La asociación de ganaderos Shushufindi se encuentra localizada en la AV. Napo y S/N Siona. En la provincia de Sucumbíos, perteneciente al Cantón que conlleva en su nombre la asociación. La cual está integrada por personas con fines idealistas semejantes, con fines de progreso y propósito común de emprendimiento en el mercado de lácteos, específicamente de leche, a más de ser una asociación organizada que cuenta con administración propia, mediante un representante legal que se haga cargo de parte jurídica y la manera de distribución de la leche a ser distribuida en el Cantón e incluso a nivel nacional. La asociación en la actualidad esta netamente comprometida con la distribución de leche, sobre todo materia prima para plantas lácteas, la leche es entregada en su totalidad, y en casos que no se dé la distribución total de este volumen es repartidos entre los propios socios, por lo que se han visto en la necesidad de dar un valor agregado a su materia

prima no correspondida, incursionando en un derivado de la leche como es el yogurt, que sea de calidad y con un valor competitivo en el mercado.

### ***1.3.2 Marco conceptual***

#### *1.3.2.1 Antecedentes de la elaboración del yogurt*

El yogurt o también llamada leche fermentada se conoce desde la antigüedad, su manera de producción se ha heredado como una tradición de pueblos nómadas, con el trascurso de los años paso su tecnología tradicional de boca en boca, hasta cuando llego al occidente en épocas modernas donde analizada por el biólogo Metchnikoff (Premio Nobe 1908) de nacionalidad ucraniana, dio a conocer sus beneficios para la salud mediante aspectos microbiológicos de su manufactura (Gaviria, 1980).

En la actualidad el yogurt ha sufrido una gigantesca comercialización e industrialización, lo que ha provocado que sea unos de los derivados lácteos más consumidos en el mundo, esto en diferentes presentaciones, es decir, con trozos de frutas, con colorantes, saborizantes, entre otras nuevas presentaciones que van ganando apertura en el mercado que cada día se vuelve más innovador, generando productos con variación en su valor económico y calidad.

#### *1.3.2.2 Leche*

Leche es la secreción normal de las glándulas mamarias de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción. (INEN, 2015)

Según otros autores la leche también se puede definir como el líquido que es segregado por los mamíferos hembras a través de las glándulas mamarias, que cuenta con características como que es liquido de color blanquecino, opaco, de sabor dulce y de composición compleja. Cuya función principal es el crecimiento del mamífero proveniente de la hembra.

#### *1.3.2.3 Leche cruda*

Se denomina leche cruda a la cual no se ha practicado algún tipo de tratamiento térmico, es decir, que no ha excedido los 40°C después de ser extraída de la ubre. Excepto si ha sufrido un proceso de enfriamiento realizado para su conservación (INEN, 2015)

#### 1.3.2.4 Composición química de la leche cruda

La composición de la leche suele variar según la raza del rumiante, la edad, estado de salud, el clima, así como la alimentación que esté sometida. Centrándonos netamente en que interfiere el clima en la calidad de la leche se tiene que decir en primer lugar como afecta este al bovino, ya que tiende a tener características diferentes al ganado lechero de zonas templadas o frías, por ejemplo, una mayor superficie corporal debido a que posee una mejor alimentación por ende su composición nutricional es de mejor calidad a diferencia del ganado de zonas cálidas. Ya que si al ganado de clima frío se le coloca en zonas cálidas este tiende a sufrir estrés generando una disminución en su capacidad de producir leche.

En la composición de la leche como se puede observar en la Tabla 1-1, denota que se encuentra conformada por el 87,5% de agua y 12,5% de sólidos, esta última forma la parte nutritiva de la leche que a su vez se encuentra constituida por azúcares, grasa, minerales, proteínas y vitaminas. Como se puede ver a continuación:

**Tabla 1-1:** Composición de la leche

<b>Componentes</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Agua</b>	87,5
<b>Lactosa</b>	4,8
<b>Grasa</b>	4,00
<b>Proteína</b>	3,5
<b>Sales minerales</b>	0,7

Fuente: (Gaviria, 1980)

Se debe de tener en cuenta que los componentes que más varían en la leche suelen ser las grasas y las proteínas, por lo general la leche está constituida por:

- **Agua:** Aproximadamente forma el 87,5% del contenido de la leche, siendo aquí el lugar donde se encuentran los sólidos contenidos ya sean suspendidos o disueltos que forman el resto de los componentes de la leche.
- **Proteína:** Tiene un contenido aproximado de 3,5%, donde se encuentran inmersas proteínas de alto valor biológico. Siendo la que se encuentra en mayor cantidad la caseína, siendo característica propia de la leche debido a que no se encuentra en otros alimentos (Gaviria, 1980).

- **Grasas:** Las grasas contenidas de las leches en su mayoría son ácidos grasos saturados, pero existen ácidos grasos esenciales, todos ellos presentes como finos glóbulos lipídicos en emulsionadas o suspendidas.
- **Hidratos de carbono:** La lactosa es considerada el principal hidrato de carbono contenido en la leche, esta es el punto de control para la formación de leches fermentadas mediante la intervención de ciertos microorganismos puede transformarse en ácido láctico. La lactosa es relativamente constante con el 5 % en la composición de la leche.
- **Vitaminas:** Se encuentran en pequeñas cantidades en la leche, las mismas son de pequeño tamaño.

#### 1.3.2.5 Yogurt

Aún no se sabe por completo donde se dio el origen del mismo, pero se sabe que en diversas civilizaciones creían que esta era una fuente de salud y nutrición, al contar con efectos beneficios para el ser humano.

Según el Codex Alimentarius, es la leche fermentada con microorganismos lácticos como *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* para obtener un producto con un ligero sabor ácido textura cremosa en bajo condiciones definidas de tiempo y temperatura. (Gaviria, 1980).

El yogurt consta de etapas básicas de preparación como la pasteurización, inoculación, fermentación y refrigeración. Como se mencionó anteriormente según la definición del Codex Alimentarius es necesaria una base microbiana que transforme la lactosa de la leche en ácido láctico, facilitando la coagulación de las proteínas.

Desde el punto de vista nutricional y de salud como se observa en la Tabla 2-1, es un excelente aporte de nutrientes, este al ser un derivado de la leche es rico en minerales y vitaminas, es recomendable su consumo en personas de todas las edades, a excepción de gente que sea intolerante a la lactosa. En la actualidad el yogurt es considerado como un alimento prebiótico, probiótico y simbiótico. A continuación, se presenta la composición del yogurt:

**Tabla 2-1:** Composición del yogurt

<b>Compuestos (unidades/100g)</b>	<b>Yogurt entero</b>	<b>Yogurt descremado</b>	<b>Yogurt de frutas</b>
<b>Calorías</b>	72	64	98
<b>Proteínas (g)</b>	3,9	4,5	5,0
<b>Grasas (g)</b>	3,4	1,6	2,5
<b>Carbohidratos (g)</b>	4,9	6,5	18.6
<b>Calcio (mg)</b>	145	150	176
<b>Fósforo (mg)</b>	114	118	153
<b>Sodio (mg)</b>	47	51	-
<b>Potasio (mg)</b>	186	192	254

Fuente: (Vera Balcázar, 2011)

#### 1.3.2.6 Tipos de yogurt

Según la norma INEN 2395:2011 las leches fermentadas se clasifican de las siguientes maneras:

Según su contenido graso:

- a) **Tipo I:** Elaborado con leche entera.
- b) **Tipo II:** Elaborado con leche semidescremada o semidesnatada.
- c) **Tipo III:** Elaborado con leche descremada o desnatada.

De acuerdo a los ingredientes en:

- a) Natural
- b) Con ingredientes

De acuerdo al proceso de elaboración en:

- a) Batido
- b) Coagulación o aflanado
- c) Tratado térmico
- d) Concentrado
- e) Deslactosado

### 1.3.2.7 Tipos de bacterias usados en el proceso de elaboración de yogurt

En el mercado existen sin número de formas y especies de bacterias, las mismas que son conocidas como fermentos lácticos, dichos microorganismos son los *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.

Estos tipos de cultivos forman parte esencial para la obtención de yogurt, las mismas que de acuerdo al tipo y número de cultivos se clasifican en:

- ✓ Cultivos de cepa única: Formada solamente de una cepa de una determinada especie.
- ✓ Cultivo definido múltiple: Formada por varias cepas conocidas de una especie determinada.
- ✓ Cultivo definido mixto: Formado por varias cepas conocidas, pero de distintas especies.
- ✓ Cultivo indefinido o artesano: Formado por numerosas especies y cepas, total o parcialmente desconocidas (Vera Balcázar, 2011).

Como se mencionó antes las bacterias ácido lácticas comúnmente usadas son los *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.

- ✓ ***Streptococcus thermophilus***: Es una bacteria gram-positiva, esta suele desarrollarse a una temperatura que va desde 37°C hasta 40°C, pero puede llegar resistir hasta 50°C. Esta bacteria tiene una excelente reputación en la industria láctea, la cual usa principalmente azúcares como sustrato para la generación ácido láctico por medio de fermentación, esta bacteria tiene menor poder de acidificación que el *lactobacillus*.
- ✓ ***Lactobacillus bulgaricus***: Esta tiende a ser una bacteria homofermentativa, se desarrolla entre una temperatura que va desde 42°C hasta 45°C, es encargada de disminuir el pH de la leche hasta 4.5- 4.2, esta ayuda a que se desarrolle los *Streptococcus thermophilus*, mediante la liberación de aminoácidos como la valina además esa bacteria le proporciona al yogurt su sabor y olor característico.

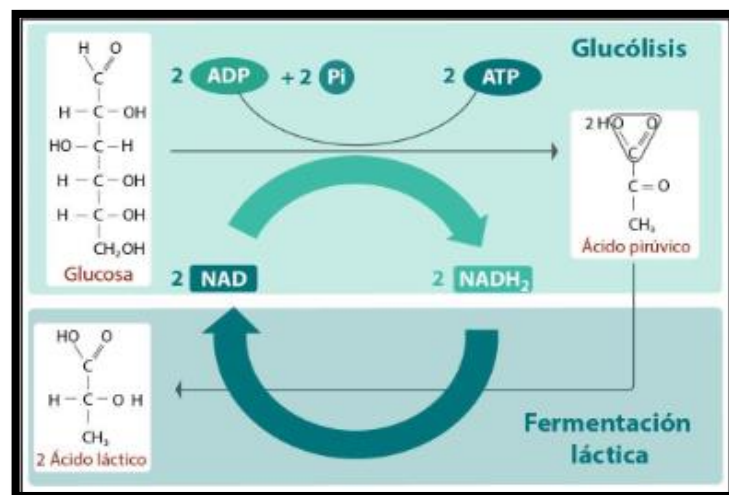
### 1.3.2.8 Fermentación láctica

La fermentación es un proceso donde se transforma azúcares en ácido láctico a través de las bacterias (*Lactobacillus Bulgaricus* y los *Streptococcus Thermophilus*), en un proceso anaerobio donde se necesita liberar energía utilizando principalmente el hidrato de carbono de la leche, es decir, la lactosa y por hidrólisis esta se rompe en glucosa y galactosa, esta galactosa por isomerasa se convierte en glucosa.

A partir de la glucosa que entra en la ruta glucolítica para formar dos moléculas de piruvato convirtiendo el ADP en ATP y  $\text{NAD}^+$  en  $\text{NADH}^+$ , siendo este el único rendimiento energético que se va a encontrar en el proceso.

El piruvato obtenido se transforma por medio de la enzima lactato deshidrogenasa en dos moléculas de ácido láctico siendo este el producto de desecho del proceso, por ende, la enzima lactato deshidrogenasa lo que hace es que al  $\text{NADH}^+$  lo deshidrogena aceptando electrones de  $\text{NADH}$  y regenerando en  $\text{NAD}^+$  dejándola lista para ser reutilizada en el proceso de la fermentación.

A continuación, se puede ver el proceso de fermentación láctica:



**Figura 1-1:** Proceso de fermentación láctica  
Fuente: (UNAN, 2017)

### 1.3.2.9 Propiedades físico-químicas del yogurt

A lo largo de la fermentación láctica las propiedades físicoquímicas del yogurt presentan cambios tales como:

**Ácido láctico:** La característica del yogurt es su textura en forma de gel, ocasionada por la desestabilización por el cambio de pH de la leche, provocando la producción de aproximadamente del 0,8-1,8% de ácido láctico, el porcentaje debe ser el adecuado ya que define la calidad del yogurt.

**pH:** Al transcurso de la elaboración del yogurt se busca la disminución de pH de la leche que va de 6,6-6,8 a un pH menor de 4,5-4,6 donde las caseínas son eléctricamente neutras, dando paso a la formación del ácido láctico brindando las características propias del yogurt como olor, sabor, textura.

**Grasa:** El contenido de grasa varía según la leche a utilizar y si no ha sufrido algún proceso remoción de la misma. El yogurt puede contener material graso desde 0 a 10%. Generalmente su contenido graso para consumo se encuentra 0,5 y 3,5%.

**Densidad:** Se encuentra determinada por la cantidad de sólidos disueltos y en suspensión, además de la concentración de materia grasa y la temperatura. La densidad del yogurt puede ser obtenida mediante la adición de leche en polvo o condensada en el caso de ser más densa, o por otro lado por la sustracción de agua.

**Humedad:** Su valor depende de la leche proveniente y de los sólidos solubles contenidos en la misma. Su contenido de humedad es del 87,8% aproximadamente.

**Viscosidad:** La viscosidad del yogurt varía según la temperatura. Esta propiedad se encuentra relacionada con el tamaño de glóbulo de grasa y contenido de lactosa.



## **1.4 Beneficiarios directos e indirectos**

### *1.4.1. Beneficiarios Directos*

Los beneficiarios directos de este proyecto es explícitamente la Asociación de Ganaderos “Shushufindi”.

### *1.4.2. Beneficiarios Indirectos*

Los beneficiarios indirectos con la aplicación de este proyecto serán:

- ✓ Los pobladores del cantón y aledaños, al contar con un ingreso económico adicional, por la fuente de trabajo que se cree al implementarse el proyecto.
  
- ✓ Los pobladores cercanos a la Asociación de Ganaderos “Shushufindi” gracias a introducción al mercado de un producto de calidad.

## **CAPITULO II**

### **2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **2.1 General**

Diseñar un proceso industrial para la producción de yogurt en la Asociación de Ganaderos Shushufindi.

#### **2.2 Específicos**

- ✓ Realizar la caracterización física-química-microbiológica de la materia prima (leche cruda) basada en Norma Técnica Ecuatoriana LECHE CRUDA REQUISITO NTE INEN 9:2015.
- ✓ Identificar las variables del proceso para la elaboración del yogurt.
- ✓ Realizar los cálculos de ingeniería para el diseño de los equipos que intervienen en el proceso de elaboración de yogurt.
- ✓ Validar el proceso propuesto, mediante la caracterización del producto basada en la Norma Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 para LECHE FERMENTADAS. REQUISITOS.

## CAPITULO III

### 3. ESTUDIO TÉCNICO

#### 3.1 Localización del Proyecto

El proyecto se ejecutará en los predios de la Asociación de Ganaderos “Shushufindi”, ubicada en el cantón del mismo nombre, en la AV NAPO y S/N SIONA.

Shushufindi cuenta con una superficie de 2463,1 km<sup>2</sup> y limita al norte con los cantones Lago Agrio y Cuyabeno, al sur limita con la Provincia de Napo y Pastaza, al este con el cantón Aguarico y al oeste limita con el cantón Loreto y parte de la provincia Napo.

**Tabla 1-3:** Localización geográfica de Shushufindi

<b>Longitud</b>	<b>0° 11' 13.56"</b>
<b>Latitud</b>	<b>76° 38' 42'</b>
<b>Rango altitudinal</b>	<b>200-320 m.s.n.m</b>
<b>Clima</b>	<b>Tropical-húmedo</b>

Fuente: Gobierno Autónomo Provincial de Sucumbíos, 2014.

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.



**Figura 1-3:** Localización de la asociación de ganaderos “Shushufindi”

Fuente: Google maps

## **3.2 Ingeniería del Proyecto**

### ***3.2.1. Tipo de estudio***

El proyecto tiene como fin la obtención de yogurt de calidad, que sea apto para el consumo humano, esto a partir de leche cruda de vaca, producida por la asociación que en la actualidad solo genera leche cruda y queso artesanal para su propio consumo. Esto se llevará a través de diferentes métodos de investigación que permitirán desarrollar el proyecto, estos métodos son el inductivo, deductivo y experimental siendo cada uno de vital importancia, ya sea como guía si es el caso, dando paso al cumplimiento de los objetivos planteados en este documento.

### ***3.2.2. Metodología***

El proyecto fue considerado mediante la aplicación de condiciones necesarias que debe cumplir para que tienda a ser aceptado. Teniendo en cuenta que el producto debe contar con un valor nutricional aceptable y las condiciones físicas-químicas y microbiológicas aceptables que certifiquen su calidad, el producto fue desarrollado mediante experimentación en la planta de lácteos “Tunshi” perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde se logró obtener y reconocer las variables que están presentes en el diseño ingenieril de los equipos que formarán parte de la línea de proceso de obtención del yogurt.

La elección del sabor o sabores a ser fabricados fueron obtenidos mediante la realización de una encuesta a jueces no entrenados, esta encuesta se encuentra formada por preguntas de respuesta rápida y cerrada, haciendo referencia a la aceptabilidad organoléptica que pueda tener el consumo masivo de los diferentes sabores de yogurt, discriminando a los que no cuenten con la aceptabilidad deseada, por consiguiente como posee la misma formulación base se realizará al producto los análisis físico-químico y microbiológico, que acredite que el mismo cumple con los límites permisibles establecidos en la norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 Leches Fermentadas, REQUISITOS.

### ***3.2.3 Métodos y técnicas***

#### ***3.2.3.1. Métodos***

➤ Método Deductivo

Con el propósito de conocer las características deseadas del producto final, así como de la materia prima, se realiza un estudio o adquisición de conocimiento sobre el tema, por lo que este método da la facilidad de recolectar bibliográficamente información relacionada, que posteriormente mediante experimentación se desarrollará en campo la aplicación de dichos conocimientos, dando información necesaria para el estudio de operaciones que intervendrán en proceso.

➤ Método inductivo

El presente proyecto tiene como finalidad crear una línea de proceso para la producción de yogurt a partir de leche cruda que es recolectada y comercializada por la asociación a la que está dirigido dicho proyecto. Esto a partir de un análisis físico-químico y microbiológico de la materia prima, que ayudará a obtener alternativas de diseño, contribuyendo a la obtención de yogurt, mismo que deberá cumplir con la normativa de calidad

➤ Método experimental

El mismo será llevado a cabo mediante ensayos de laboratorio, con la finalidad de obtener los parámetros y/o variables a controlar que determinarán que el presente proyecto pueda concluir de manera adecuada, mediante la aplicación de técnicas de laboratorio, así como de equipos y materiales que logren con el objetivo de obtener yogurt como producto final a partir de leche cruda de vaca como materia prima.

.

3.2.3.2. *Técnicas*

Para lograr que la experimentación y/o ensayo en el proyecto, es necesario la aplicación de técnicas existentes, ya sea que formen parte de las normativas INEN, las mismas que ayudaran a realizar la caracterización de la materia prima, es decir, de la leche cruda de vaca mediante la normativa ecuatoriana para la LECHE CRUDA REQUISITO NTE INEN 9:2015, dichas técnicas se describen a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 2-3:** Técnicas para el análisis físico-químico

Parámetro	Fundamento	Norma	Materiales y reactivos	Procedimiento
	Determinación de la cantidad de grasa y agua que está presente en la leche.	NTE INEN 11	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Probeta de 100 ml</li> <li>✓ Lactodensímetro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Agitar la muestra y colocar en la probeta.</li> <li>✓ Introducir el lactodensímetro sin que toque la pared de la probeta.</li> <li>✓ Leer los datos obtenidos.</li> </ul>
Grasa	Determinación de la cantidad de grasa presente en la leche.	NTE INEN 12	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Butirómetros de Gerber</li> <li>✓ Centrifuga de Gerber calentada a 55°C</li> <li>✓ Baño de agua a 55-50°C</li> <li>✓ Pipetas volumétricas de 11 ml</li> <li>✓ Ácido Sulfúrico</li> <li>✓ Alcohol Isoamílico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Utilizar de 10 a 20 ml de ácido sulfúrico en un butirómetro de Gerber.</li> <li>✓ Adicionar cuidadosamente 11 ml de leche y 1 ml de ácido isoamílico, nunca agregar el alcohol directamente sobre el ácido.</li> <li>✓ Insertar el tapón al butirómetro y agitar los líquidos de 10 a 15 segundos.</li> <li>✓ Llevar los butirómetro a la centrifuga a 1000 rpm por 5 minutos.</li> <li>✓ Retirar de la centrifuga los butirómetro y leer el porcentaje de grasa.</li> </ul>
Acidez expresada como ácido láctico	Determinación de la acidez que contiene la leche.	NTE INEN 13	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Matraz de 250 ml</li> <li>✓ Bureta</li> <li>✓ Scrubber</li> <li>✓ Pipeta de 20 ml</li> <li>✓ Fenolftaleína</li> <li>✓ Hidróxido de sodio al 0,1 N</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En un matraz llenar 50 ml de agua destilada luego añadir 10 ml de leche, agitar.</li> <li>✓ Agregar 2 gotas de fenolftaleína.</li> <li>✓ Titular la leche con NaOH hasta que la muestra tome un color rosado.</li> <li>✓ Apuntar la cantidad de NaOH que se gastó.</li> <li>✓ Realizar los cálculos.</li> </ul>
Solidos Totales	Determinación de cumplimiento	NTE INEN 14	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Equipo de Mojonier</li> <li>✓ Platos de aluminio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tomar 5 ml y colocar en un plato de aluminio.</li> </ul>

	requisitos legales establecidos para la leche, como ser adulterada con la adición de agua		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pipetas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Calentar la placa a 108°C, hasta que aparezcan trazas de color marrón.</li> <li>✓ Colocar las placas a una cámara de vacío y calentar por 10 minutos a una temperatura de 10 minutos.</li> <li>✓ Enfriar los platos en el desecador y pesar.</li> <li>✓ Calcular el porcentaje de ST por diferencia de peso.</li> </ul>
Ceniza	Determinación de la calidad y condiciones nutricionales de la leche.	NTE INEN 14	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cápsula de porcelana</li> <li>✓ Pinzas</li> <li>✓ Baño de vapor</li> <li>✓ Estufa</li> <li>✓ Mufla</li> <li>✓ Desecador de vidrio</li> <li>✓ Balanza analítica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Poner en la cápsula 5 ml de la muestra</li> <li>✓ Evaporar por 30 minutos</li> <li>✓ Llevar la cápsula a la estufa de desecación, calentar a 100°C ± 2°C.</li> <li>✓ Luego de 3 horas de desecación enfriar en un desecador las cápsulas.</li> <li>✓ Pesar las capsulas, repetir hasta que la diferencia no sea mayor a 0,5 g (Periodo 30 minutos).</li> <li>✓ Calcular el porcentaje de ceniza.</li> </ul>
Proteína	Determinación de proteína que posee un alimento	NTE INEN 16	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Bureta graduada</li> <li>✓ Soporte universal</li> <li>✓ Matraz Erlenmeyer de 100 ml</li> <li>✓ Pipetas de 10 ml y 5 ml</li> <li>✓ Solución de Hidróxido de Sodio 0,1 N</li> <li>✓ Solución comercial de formol 40%</li> <li>✓ Fenolftaleína</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En un Erlenmeyer colocar 10 ml de muestra.</li> <li>✓ Añadir 20 ml de agua destilada y adicionar unas gotas de fenolftaleína.</li> <li>✓ Se neutralizó la acidez titulable con una solución de hidróxido de sodio hasta que de un color rosa.</li> <li>✓ Añadir de 2 a 3 ml de formol, la muestra se vuelve de color blanco.</li> <li>✓ Nuevamente añadir gotas de fenolftaleína y valorar la acidez con hidróxido de sodio hasta la aparición del color rosa.</li> </ul>
Carbohidratos	Determinación de azúcares presentes en un alimento	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tubos de ensayo</li> <li>✓ Gradilla</li> <li>✓ Pipetas de 1 ml</li> <li>✓ Baño maría</li> <li>✓ Reactivo bencidina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Colocar en un tubo de ensayo 0,5 ml de reactivo de bencidina.</li> <li>✓ Añadir 1 o 2 gotas de leche.</li> <li>✓ Calentar en baño maría durante algunos minutos, dejar enfriar con agua.</li> <li>✓ Si se forma de un color rosa o rojo la prueba es positiva.</li> </ul>

Fuente: Laboratorio de Servicios Analíticos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos, SAQMIC.

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

**Tabla 3-3** Técnica análisis microbiológico

Aerobios mesófilos y enterobacterias	Determinación de bacterias mediante contabilización de colonias de aerobios mesófilos y enterobacterias en la leche.	NTE INEN 1529-5	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Incubadora</li><li>✓ Microscopio</li><li>✓ Refrigeradora</li><li>✓ Balanza</li><li>✓ Mechero</li><li>✓ Gradilla</li><li>✓ Tubos de ensayo</li><li>✓ Probetas</li><li>✓ Pipetas bacteriológicas</li><li>✓ Caja Petri</li><li>✓ Erlenmeyer</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ En un Erlenmeyer colocar 10 ml de muestra.</li><li>✓ Añadir 20 ml de agua destilada y adicionar unas gotas de fenolftaleína.</li><li>✓ Se neutralizó la acidez titulable con una solución de hidróxido de sodio hasta que de un color rosa.</li><li>✓ Añadir de 2 a 3 ml de formol, la muestra se vuelve de color blanco.</li><li>✓ Nuevamente añadir gotas de fenolftaleína y valorar la acidez con hidróxido de sodio hasta la aparición del color rosa.</li></ul>
--------------------------------------	--	-----------------	--	--

Fuente: Laboratorio de Servicios Analíticos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos, SAQMIC.

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.



### 3.2.4 Procedimiento a nivel laboratorio

#### 3.2.4.1 Selección de la materia prima

La calidad de leche cruda debe ser óptima, ya que, va a formar parte fundamental para la elaboración del yogurt estableciéndose como materia prima, además debe estar libre de material extraño como sangre, calostro y enfermedades infectocontagiosas, así como el ganado de cual proviene la leche debe estar libre de enfermedades según lo especificado en la norma NTE INEN 9:2015. Como se muestra en la Tabla 4-3.

**Tabla 4-3:** Requisitos organolépticos, físicos- químicos y microbiológicos de la leche

	REQUISITOS			
	COLOR	OLOR	ASPECTO	FISICOS-QUIMICOS Y MICROORGANISMOS
<b>Leche cruda de vaca</b>	Debe ligeramente amarillento o ser blanco opalescente.	Debe ser suave y libre de olores extraños.	Debe ser libre de materias extrañas y textura homogénea	Bajo el rango requerido en la norma NTE INEN 9:2015

Fuente: NTE INEN 9:2015

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Dichos requisitos son óptimos para una revisión rápida de la materia prima, con finalidad de llegar a obtener un producto final de calidad para el consumo humano.

#### 3.2.4.2. Descripción del procedimiento a nivel de laboratorio

El procedimiento para la obtención del yogurt, se lo realizó en la planta de lácteos “Tunshi” contando con los implementos personales adecuados como cofia, mandil y botas que aseguren la inocuidad del alimento. El procedimiento se llevó a cabo mediante revisión bibliográfica.

- ✓ Se recibió la materia prima, la misma que contó con un volumen de 20 litros, que fue muestreada para que cumpla con requisitos básicos para el consumo humano, así como características organolépticas necesarias. Que aseguren un producto final de óptimas condiciones, como por ejemplo no exista mastitis, entre otras.



**Fotografía 1-3:** Recepción leche cruda  
**Realizado por:** Gladys Rivera, 2019.

- ✓ En la marmita con agitación se coloca la leche que fue receptada, a la misma se le realiza un filtrado mediante un lienzo de tela, con la finalidad de eliminar sólidos que puedan estar presentes en la leche.



**Fotografía 2-3:** Filtrado leche cruda  
**Realizado por:** Gladys Rivera, 2019.

- ✓ Posteriormente se añade 2 Kg de azúcar a la leche y a su vez se realiza una agitación para que se dé el mezclado dando una homogenización de las materias primas.



**Fotografía 3-3:** Adición de azúcar  
**Realizado por:** Gladys Rivera, 2019.

- ✓ Se realizó la pasteurización de la leche subiendo la temperatura hasta 85°C o 90°C máximo, y manteniéndola por 15 min, para evitar que se dé la proliferación de microorganismos patógenos que puedan alterar la calidad del yogurt.



**Fotografía 4-3:** Pasteurización a 90°C  
Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

- ✓ Se realizó el primer enfriado hasta una temperatura de 45°C, siendo esta la temperatura adecuada para la proliferación de microorganismos encargados de la fermentación láctica.



**Fotografía 5-3:** Enfriado y adición del cultivo láctico  
Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

- ✓ Una vez que se ha llegado a la temperatura de 45°C, se añade la dosificación sugerida por el productor del cultivo termófilo Choozit (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*). Posteriormente se deja reposar durante 5 horas a mencionada temperatura haciendo fluir agua a dicha temperatura por chaqueta de la marmita, hasta tener un pH aproximado de 4,4-4,5 donde termina la fase de incubación.



**Fotografía 6-3:** Adición de cultivo termófilo  
Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

- ✓ Se realizó un filtrado del yogurt mediante un colador, para la obtención de yogurt de textura homogénea.



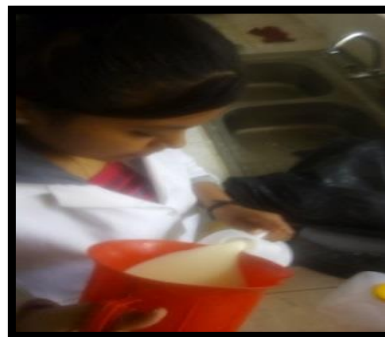
**Fotografía 7-3:** Filtrado del yogurt  
Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

- ✓ Se da un segundo enfriado hasta temperatura ambiente donde añade el sorbato de potasio, el colorante y saborizante correspondiente, donde se va a realizar una homogenización.



**Fotografía 8-3:** Adición de colorante y saborizante  
Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

- ✓ Se realizó un envasado para su posterior conservación a 4°C, hasta cuando se realice su comercialización.



**Fotografía 9-3:** Envasado del yogurt  
Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

### 3.2.3.3 Análisis sensorial mediante encuestas de aceptabilidad del producto

El análisis de la encuesta de aceptabilidad aportará a la decisión final de que sabor o sabores se debe llevar a cabo en la producción de yogurt, esta brindara información sobre qué oportunidad tiene cada sabor de ser consumido (el sabor y el color serán otorgados por saborizantes artificiales y colorantes respectivamente) y que frecuencia se debería ser producido.

La encuesta se llevó a cabo en las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, específicamente en la Facultad de Ciencias a estudiantes de diferentes carreras, edades y lugar de origen, ya que, muchos de los estudiantes viven en diferentes provincias del Ecuador, otorgando el lugar propicio para tener mayor opiniones a nivel nacional, se eligió los participantes al azar, los mismos que al momento de degustar el producto actuarán como jueces efectivos, tales encuestas fueron físicas con preguntas entendibles, las mismas que serán llenadas por los jueces para su posterior tabulación de datos obtenidos. El número personas encuestadas es de 106, donde se siguió el siguiente procedimiento para su realización:

Para cada sabor planteado de yogurt se designó un código único, como se puede observar en la Tabla 5-3 siguiente:

**Tabla 5-3:** Codificación de las muestras de yogurt

<b>Procedencia</b>	<b>Referencia</b>	<b>Código</b>
<b>Ensayos a nivel de laboratorio</b>	Yogurt natural	N
	Yogurt sabor a mora	M
	Yogurt sabor a durazno	D
	Yogurt sabor a fresa	F
	Yogurt sabor a guanábana	G

**Realizado por:** Gladys Rivera, 2019.

#### ➤ Procedimiento de realización de encuestas

La fecha de realización de la encuesta fue el 18 de diciembre del 2018 en las instalaciones de la ESPOCH.

A cada persona que actuó como juez se le facilito o se le puso a disposición muestras de yogurt con diferentes sabores, que procedió a degustar cada uno, que posteriormente plasmo su resultado en una hoja física con preguntas cerradas, las cuales previo a su llenado se le explico al participante como hacerlo, dicha encuesta se puede observar en el Anexo C.

Los datos obtenidos mediante la aplicación de las encuestas se analizarán con el método de Chi cuadrado ( $X^2$ ), con finalidad de observar la aceptabilidad que contara el yogurt en base a parámetros como su sabor, textura, consistencia y olor, pues es un método estadístico de muy fácil aplicación e interpretación, admitiendo escalas de: me gusta, ni me gusta ni me disgusta, no me gusta, para obtener resultados más referentes a la aceptación del gusto.

Para la aplicación del método del Chi cuadrado es necesario determinar o definir dos hipótesis; la hipótesis nula y alternativa, para confirmar si las variables estudiadas están relacionadas entre sí.

➤ **Definición de la Hipótesis**

Para definir la hipótesis de estudio, en las variables de la aprobación o no de los parámetros evaluados (olor, sabor, textura y consistencia) se plantea de la siguiente forma:

Hipótesis Nula (En donde las variables de estudio son independientes)

$H_0$  = No existe relación entre la muestra y el nivel de respuesta dado por los jueces.

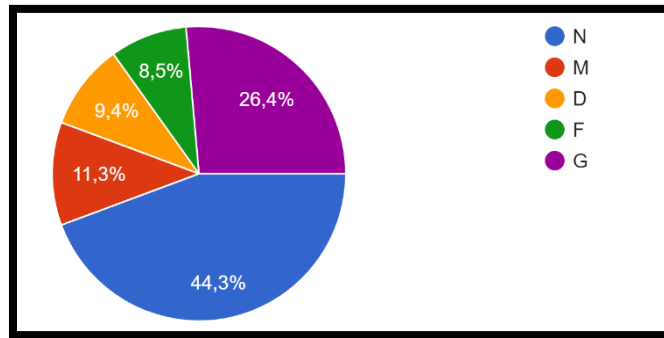
Hipótesis alternativa (En donde las variables de estudio están relacionadas)

$H_a$  = Existe relación entre la muestra y el nivel de respuesta dado por los jueces.

**Tabla 6-3:** Resultados del nivel de aceptación general de los jueces afectivos

<b>Código</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>% Acumulado</b>
<b>N</b>	47	44,3	44,3%
<b>M</b>	12	11,3	55,6%
<b>D</b>	10	9,4	65%
<b>F</b>	10	8,5	73,5%
<b>G</b>	28	26,4	100%
<b>TOTAL</b>	106	100	

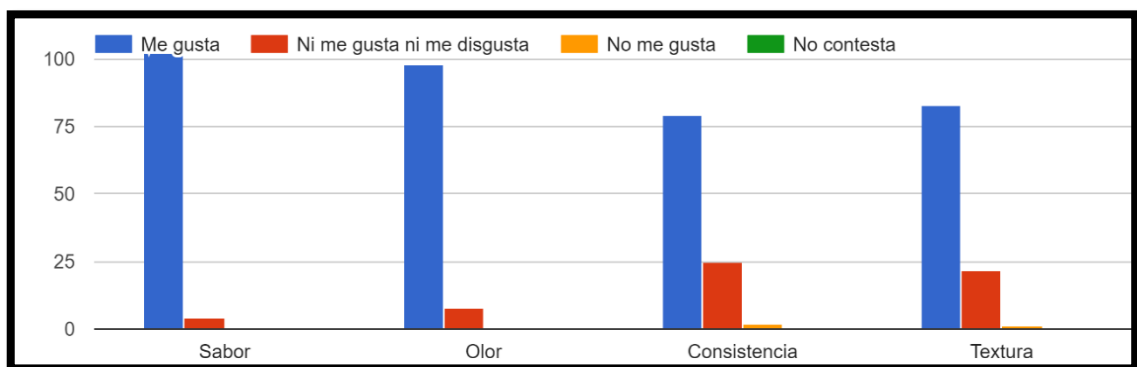
Realizado por: Gladys Rivera, 2019.



**Gráfico 1-3:** Porcentajes de aceptación de cada formulación  
Realizado por: Vanesa Rivera, 2019.

Como se puede ver en el gráfico las personas que actuaron como jueces en la encuesta, han dado como resultado que la muestra con código “N” cuenta con mayor aceptabilidad, siendo esta la muestra del yogurt base de los demás al ser natural, diferenciado a los demás que cuentan con colorantes y saborizantes de los demás.

Ahora bien, el yogurt en manera general cuenta con una buena aceptabilidad en cuanto a criterios de sabor, olor, consistencia y textura, que demuestran su preferencia por el consumidor como se puede ver a continuación:



**Gráfica 2-3:** Aceptación general del yogurt Natural de acuerdo a los parámetros analizados

➤ **Parámetro de estudio: sabor**

Hipótesis nula (las variables en estudio son independientes)

✓  $H_0$ : No existe relación entre la muestra y el nivel de respuesta dado por los jueces.

Hipótesis alternativa (Relación entre las variables de estudio)

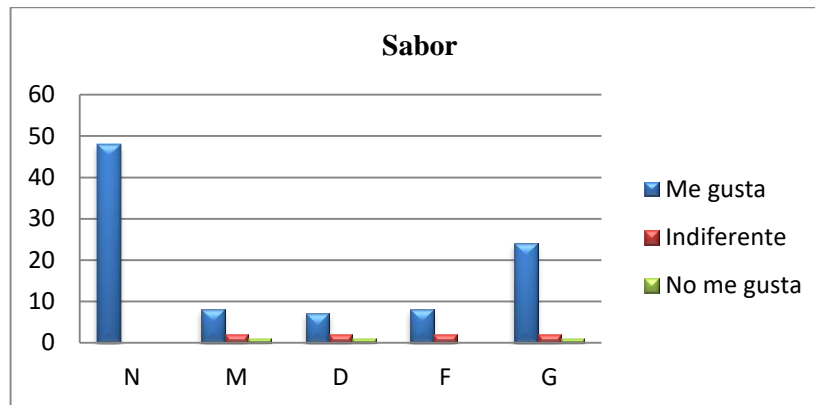
✓  $H_a$ : Existe relación entre la muestra y el nivel de respuesta dado por los jueces.

Las respuestas dadas por los jueces (muestra) se tabulan, teniendo en cuenta la frecuencia observada ( $f_{observada}$ ).

**Tabla 7-3:** Frecuencia observada “Sabor”

SABOR			
Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta
<b>N</b>	48	0	0
<b>M</b>	8	2	1
<b>D</b>	7	2	1
<b>F</b>	8	2	0
<b>G</b>	24	2	1

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.



**Gráfico 3-3:** Frecuencia sabor

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Como primer paso se tiene la consideración de obtener los grados de libertad, el mismo se puede llegar a obtener mediante una fórmula y considerando Tabla 7-3 se tiene:

$$GL = (N^{\circ}_{filas} - 1)(N^{\circ}_{columnas} - 1)$$

$$GL = (5 - 1)(3 - 1)$$

$$GL = 8$$

Por consiguiente, después de calcular los grados de libertad se debe obtener la frecuencia marginal de cada fila y columna, con finalidad de llegar a establecer la tabla de contingencia:

$$fm_{fila\ 1} = 48 + 0 + 0 = 48$$

$$fm_{fila\ 2} = 8 + 2 + 1 = 11$$

$$fm_{fila\ 3} = 7 + 2 + 1 = 10$$

$$fm_{fila\ 4} = 8 + 2 + 0 = 10$$



$$fm_{fila 5} = 24 + 2 + 1 = 27$$

$$fm_{columna 1} = 48 + 8 + 7 + 8 + 24 = 95$$

$$fm_{columna 2} = 0 + 2 + 2 + 2 + 2 = 8$$

$$fm_{columna 3} = 0 + 1 + 1 + 0 + 1 = 3$$

Los resultados de la tabla de contingencia de puede observar a continuación en la Tabla 8-3:

**Tabla 8-3:** Contingencia-sabor

SABOR				
Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta	Total ( $fm_{fila}$ )
<b>N</b>	48	0	0	<b>48</b>
<b>M</b>	8	2	1	<b>11</b>
<b>D</b>	7	2	1	<b>10</b>
<b>F</b>	8	2	0	<b>10</b>
<b>G</b>	24	2	1	<b>27</b>
<b>TOTAL (<math>fm_{columna}</math>)</b>	<b>95</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>106</b>

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Mediante la aplicación de la siguiente fórmula se puede calcular la frecuencia esperada de cada columna y fila respectivamente:

$$f_{esperado} = \frac{\text{TOTAL } (fm_{columna}) * \text{Total } (fm_{fila})}{\# \text{ personas encuestadas}}$$

Para el ítem “me gusta” a continuación se detalla las frecuencias esperadas:

✓ Código: N

$$f_{esperado} = \frac{95 * 48}{106} = 43,02$$

✓ Código: M

$$f_{esperado} = \frac{95 * 11}{106} = 9,86$$

✓ Código: D

$$f_{esperado} = \frac{95 * 10}{106} = 8,96$$

✓ Código: F

$$f_{esperado} = \frac{95 * 10}{106} = 8,96$$

✓ Código: G

$$f_{esperado} = \frac{95 * 27}{106} = 24,20$$

Las siguientes frecuencias esperadas para cada formulación en el ítem “indiferente” son las siguientes:

✓ Código: N

$$f_{esperado} = \frac{8 * 48}{106} = 3,62$$

✓ Código: M

$$f_{esperado} = \frac{8 * 11}{106} = 0,83$$

✓ Código: D

$$f_{esperado} = \frac{8 * 10}{106} = 0,75$$

✓ Código: F

$$f_{esperado} = \frac{8 * 10}{106} = 0,75$$

✓ Código: G

$$f_{esperado} = \frac{8 * 27}{106} = 2,04$$

Las siguientes frecuencias esperadas para cada formulación en los ítems “No me gusta” son las siguientes:

✓ Código: N

$$f_{esperado} = \frac{3 * 48}{106} = 1,36$$

✓ Código: M

$$f_{esperado} = \frac{3 * 11}{106} = 0,31$$

✓ Código: D

$$f_{esperado} = \frac{3 * 10}{106} = 0,28$$

✓ Código: F

$$f_{esperado} = \frac{3 * 10}{106} = 0,28$$

✓ Código: G

$$f_{esperado} = \frac{3 * 27}{106} = 0,76$$

Con los datos obtenidos tanto en filas y columnas se llega a obtener la frecuencia esperada como se puede ver a continuación:

**Tabla 9-3** Frecuencia esperada

<b>SABOR</b>			
<b>Código</b>	<b>Me gusta</b>	<b>Indiferente</b>	<b>No me gusta</b>
<b>N</b>	43,02	3,62	1,36
<b>M</b>	9,86	0,83	0,31
<b>D</b>	8,96	0,76	0,28
<b>F</b>	8,96	0,75	0,28
<b>G</b>	24,20	2,04	0,76

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

El Chi-cuadrado se calcula mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$X^2_{calculado} = \sum \frac{(f_{observada} - f_{esperada})^2}{f_{esperada}}$$

A más de tener en cuenta los valores de las Tablas 9-3 y 10-3 se tiene el valor del chi cuadrado calculado para aceptar o rechazar la hipótesis planteada.

**Tabla 10-3** Chi-cuadrado calculado

Código	Ítems	$f_{observada}$	$f_{esperada}$	Chi-cuadro calculado
<b>Código: N</b>	Me gusta	48	43,02	0,58
	Indiferente	0	3,62	3,62
	No me gusta	0	1,36	1,36
<b>Código: M</b>	Me gusta	8	9,86	0,35
	Indiferente	2	0,83	1,65
	No me gusta	1	0,31	1,52
<b>Código: D</b>	Me gusta	7	8,96	0,43
	Indiferente	2	0,75	2,05
	No me gusta	1	0,28	1,82
<b>Código: F</b>	Me gusta	8	8,96	0,103
	Indiferente	2	0,75	2,05
	No me gusta	0	0,28	0,28
<b>Código: G</b>	Me gusta	24	24,20	0,00
	Indiferente	2	2,04	0,00
	No me gusta	1	0,76	0,07
$X^2_{calculado}$				$\Sigma = 15,90$

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Una vez conocido el grado de libertad anteriormente y con un nivel de la confianza de 90% de confiabilidad se obtiene el Chi cuadrado crítico o teórico. Como se puede ver a continuación:

$p$	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
$\nu=1$	0,00004	0,0002	0,001	0,004	0,016	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	9,236	11,070	12,833	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	2,204	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	2,833	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	3,490	13,362	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	4,168	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	4,865	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	5,578	17,275	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	6,304	18,549	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	7,042	19,812	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	7,790	21,064	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	8,547	22,307	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	9,312	23,542	26,296	28,845	32,000	34,267

Llegado a obtener el valor del Chi-cuadrado crítico teórico y el Chi cuadrado calculado, se puede tomar la decisión de aceptar o rechazar la hipótesis planteada, como se puede ver a continuación en la Tabla 11-3

**Tabla 11-3** Resultados Chi-cuadrado/parámetro sabor

	Valor	Grados de libertad
Chi-cuadrado ( $X^2_{calculado}$ )	15,90	8
Razón de verosimilitudes ( $X^2_{critico}$ )	13,362	8
N° de casos válidos (población)	106	-----

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Se puede rechazar la hipótesis nula siempre y cuando  $X^2_{calculado} > X^2_{critico}$ , caso contrario es aceptada.

Debido a que el Chi-cuadrado calculado obtenido es mayor al crítico, se puede llegar a la conclusión que la hipótesis nula se rechaza, teniendo en cuenta que se tiene un nivel de confianza es del 90%. Concluyendo que la muestra con código “N” cuenta con aceptabilidad por parte de los jueces en cuanto se refiere al parámetro “sabor”.

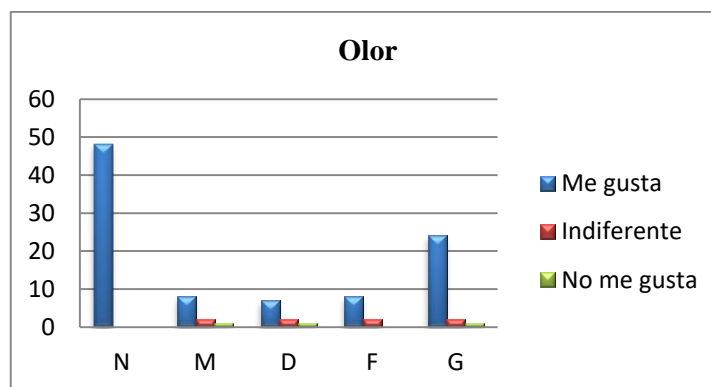
➤ Parámetro de estudio: olor

Las respuestas dadas por los jueces (muestra) se tabulan, teniendo en cuenta la frecuencia observada ( $f_{observada}$ ). Y siguiendo la metodología en el anterior parámetro analizado se tiene:

**Tabla 12-3** Frecuencia observada

OLOR			
Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta
<b>N</b>	47	1	0
<b>M</b>	8	2	1
<b>D</b>	8	2	0
<b>F</b>	7	3	0
<b>G</b>	24	2	1

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

**Gráfico 4-3:** Frecuencia olor

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Los resultados de la tabla de contingencia de puede observar a continuación en la Tabla 13-3.

**Tabla 13-3:** Contingencia-olor

<b>OLOR</b>				
<b>Código</b>	<b>Me gusta</b>	<b>Indiferente</b>	<b>No me gusta</b>	<b>Total (<math>fm_{fila}</math>)</b>
<b>N</b>	47	1	0	<b>48</b>
<b>M</b>	8	2	1	<b>11</b>
<b>D</b>	8	2	0	<b>10</b>
<b>F</b>	7	3	0	<b>10</b>
<b>G</b>	24	2	1	<b>27</b>
<b>TOTAL</b> <i>(<math>fm_{columna}</math>)</i>	<b>94</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>106</b>

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Mediante la aplicación de la siguiente fórmula se puede calcular la frecuencia esperada de cada columna y fila respectivamente:

$$f_{esperado} = \frac{\text{TOTAL } (fm_{columna}) * \text{Total } (fm_{fila})}{\# \text{ personas encuestadas}}$$

Con los datos obtenidos tanto en filas y columnas se llega a obtener la frecuencia esperada como se puede ver a continuación:

**Tabla 14-3:** Frecuencia esperada

<b>OLOR</b>			
<b>Código</b>	<b>Me gusta</b>	<b>Indiferente</b>	<b>No me gusta</b>
<b>N</b>	42,57	4,53	0,91
<b>M</b>	9,75	1,04	0,21
<b>D</b>	8,87	0,94	0,19
<b>F</b>	8,87	0,94	0,19
<b>G</b>	23,94	2,55	0,51

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Para calcular el Chi-cuadrado se lo realiza mediante la siguiente fórmula:

$$X^2_{calculado} = \sum \frac{(f_{observada} - f_{esperada})^2}{f_{esperada}}$$

Una vez conocido el grado de libertad anteriormente y con un nivel de la confianza de 90% de confiabilidad se obtiene el Chi cuadrado crítico o teórico. Como se puede ver a continuación:

**Tabla 15-3:** Resultados Chi-cuadrado/parámetro olor

	Valor	Grados de libertad
<b>Chi-cuadrado (<math>X^2_{calculado}</math>)</b>	15,46	8
<b>Razón de verosimilitudes (<math>X^2_{critico}</math>)</b>	13,362	8
<b>N° de casos válidos (población)</b>	106	-----

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Se puede rechazar la hipótesis nula siempre y cuando  $X^2_{calculado} > X^2_{critico}$ , caso contrario es aceptada.

Debido a que el Chi-cuadrado calculado obtenido es mayor al crítico, se puede llegar a la conclusión que la hipótesis nula se rechaza, teniendo en cuenta que se tiene un nivel de confianza del 90%. Concluyendo que la muestra con código “N” cuenta con aceptabilidad por parte de los jueces en cuanto se refiere al parámetro “olor”.

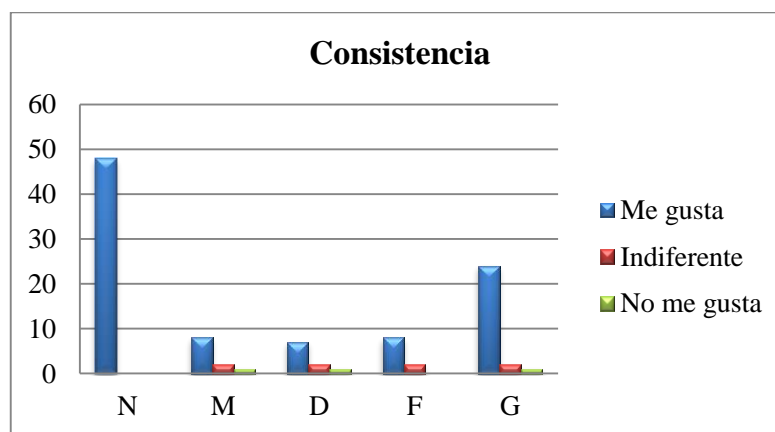
➤ Parámetro de estudio: Consistencia

Las respuestas dadas por los jueces (muestra) se tabulan, teniendo en cuenta la frecuencia observada ( $f_{observada}$ ). Y siguiendo la metodología en el anterior parámetro analizado se tiene:

**Tabla 16-3: Frecuencia observada-consistencia**

Consistencia			
Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta
<b>N</b>	46	2	0
<b>M</b>	7	3	1
<b>D</b>	8	2	0
<b>F</b>	7	3	0
<b>G</b>	23	3	1

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.



**Gráfico 5-3:** Frecuencia-Consistencia

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Los resultados de la tabla de contingencia de puede observar a continuación en la Tabla 17-3.

**Tabla 17-3:** Contingencia-consistencia

CONSISTENCIA				
Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta	Total ( $f_{m_{fila}}$ )
N	46	2	0	48
M	7	3	1	11
D	8	2	0	10
F	7	3	0	10
G	23	3	1	27
TOTAL ( $f_{m_{columna}}$ )	91	13	2	106

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Mediante la aplicación de la siguiente fórmula se puede calcular la frecuencia esperada de cada columna y fila respectivamente:

$$f_{esperado} = \frac{\text{TOTAL } (f_{m_{columna}}) * \text{Total } (f_{m_{fila}})}{\# \text{ personas encuestadas}}$$

Con los datos obtenidos tanto en filas y columnas se llega a obtener la frecuencia esperada como se puede ver a continuación:

**Tabla 18-3:** Frecuencia esperada-consistencia

CONSISTENCIA			
Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta
N	41,21	5,89	0,91
M	9,44	1,35	0,21
D	8,58	1,23	0,19
F	8,58	1,23	0,19
G	23,18	3,31	0,51

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Para calcular el Chi-cuadrado se lo realiza mediante la siguiente fórmula:

$$X^2_{calculado} = \sum \frac{(f_{observada} - f_{esperada})^2}{f_{esperada}}$$



Una vez conocido el grado de libertad anteriormente y con un nivel de la confianza de 90% de confiabilidad se obtiene el Chi cuadrado crítico o teórico. Como se puede ver a continuación:

**Tabla 19-3:** Resultados Chi-cuadrado/parámetro consistencia

	<b>Valor</b>	<b>Grados de libertad</b>
<b>Chi-cuadrado (<math>X^2_{calculado}</math>)</b>	13,97	8
<b>Razón de verosimilitudes (<math>X^2_{critico}</math>)</b>	13,362	8
<b>N° de casos válidos (población)</b>	106	-----

**Realizado por:** Gladys Rivera, 2018.

Se puede rechazar la hipótesis nula siempre y cuando  $X^2_{calculado} > X^2_{critico}$ , caso contrario es aceptada.

Debido a que el Chi-cuadrado calculado obtenido es mayor al crítico, se puede llegar a la conclusión que la hipótesis nula se rechaza, teniendo en cuenta que se tiene un nivel de confianza del 90%. Concluyendo que la muestra con código “N” cuenta con aceptabilidad por parte de los jueces en cuanto se refiere al parámetro “consistencia”.

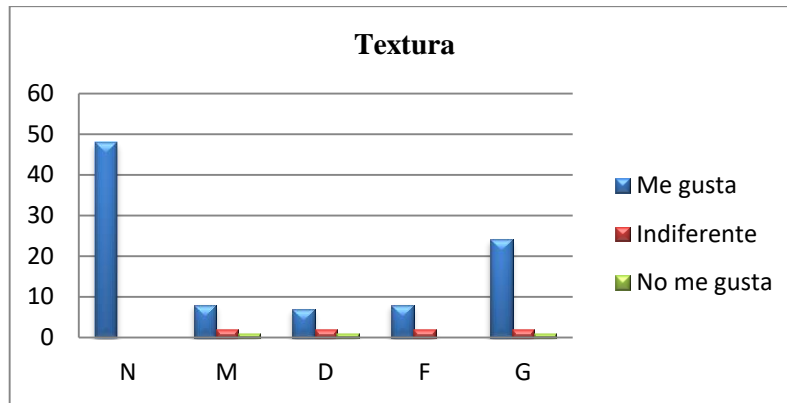
➤ Parámetro de estudio: Textura

Las respuestas dadas por los jueces (muestra) se tabulan, teniendo en cuenta la frecuencia observada ( $f_{observada}$ ). Y siguiendo la metodología en el anterior parámetro analizado se tiene:

**Tabla 20-3:** Frecuencia observada-textura

Textura			
Código	<b>Me gusta</b>	<b>Indiferente</b>	<b>No me gusta</b>
<b>N</b>	47	1	0
<b>M</b>	7	3	1
<b>D</b>	7	2	1
<b>F</b>	6	4	0
<b>G</b>	24	2	1

**Realizado por:** Gladys Rivera, 2019.



**Gráfico 6-3:** Frecuencia-textura  
Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Los resultados de la tabla de contingencia se pueden observar a continuación en la Tabla 21-3.

**Tabla 21-3:** Contingencia-textura

TEXTURA				
Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta	Total ( $fm_{fila}$ )
<b>N</b>	47	1	0	<b>48</b>
<b>M</b>	7	3	1	<b>11</b>
<b>D</b>	7	2	1	<b>10</b>
<b>F</b>	6	4	0	<b>10</b>
<b>G</b>	24	2	1	<b>27</b>
<b>TOTAL</b> ( $fm_{columna}$ )	<b>91</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>106</b>

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Mediante la aplicación de la siguiente fórmula se puede calcular la frecuencia esperada de cada columna y fila respectivamente:

$$f_{esperado} = \frac{\text{TOTAL } (fm_{columna}) * \text{Total } (fm_{fila})}{\# \text{ personas encuestadas}}$$

Con los datos obtenidos tanto en filas y columnas se llega a obtener la frecuencia esperada como se puede ver a continuación:

**Tabla 22-3:** Frecuencia esperada-textura

TEXTURA			
Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta
<b>N</b>	41,21	5,43	1,36
<b>M</b>	9,44	1,25	0,31
<b>D</b>	8,58	1,13	0,28
<b>F</b>	8,58	1,13	0,28
<b>G</b>	23,18	3,06	0,76

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Para calcular el Chi-cuadrado se lo realiza mediante la siguiente fórmula:

$$X^2_{calculado} = \sum \frac{(f_{observada} - f_{esperada})^2}{f_{esperada}}$$

Una vez conocido el grado de libertad anteriormente y con un nivel de la confianza de 90% de confiabilidad se obtiene el Chi cuadrado crítico o teórico. Como se puede ver a continuación:

**Tabla 23-3:** Resultados Chi-cuadrado/parámetro textura

	Valor	Grados de libertad
Chi-cuadrado ( $X^2_{calculado}$ )	21,99	8
Razón de verosimilitudes ( $X^2_{critico}$ )	13,362	8
N° de casos válidos (población)	106	-----

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Se puede rechazar la hipótesis nula siempre y cuando  $X^2_{calculado} > X^2_{critico}$ , caso contrario es aceptada.

Debido a que el Chi-cuadrado calculado obtenido es mayor al crítico, se puede llegar a la conclusión que la hipótesis nula se rechaza, teniendo en cuenta que se tiene un nivel de confianza del 90%. Concluyendo que la muestra con código “N” cuenta con aceptabilidad por parte de los jueces en cuanto se refiere al parámetro “textura”.

### ➤ Conclusión general de los parámetros sometidos a encuesta y análisis estadístico

Una vez realizada la encuesta que fue efectuada a personas arbitrarias y el análisis estadístico (Chi Cuadrado) se tiene que los dos coincidan, es decir, que el yogurt de código “N” tiene mayor admisión como se puede verificar en el Grafico 1-3 referido al porcentaje de aceptación de cada formulación y la aceptabilidad según de la hipótesis alternativa planteada en cada parámetro sometido a estudio.

#### 3.2.4.3 Resultados del análisis de la materia prima (leche cruda)

**Tabla 24-3:** Análisis de la leche cruda

Parámetro		Resultado		
Color		Blanco		
Olor		Característico		
Aspecto		Norma, libre de material extraño		
Parámetro	Método	Resultado	Limite norma	
			min	máx
Densidad, g/mL	NTE INEN 14	1,021	1,028	1,033
Grasa%	NTE INEN 12	4,06	3	-
Acidez expresado como ácido láctico	NTE INEN 13	0,16	0,13	0,17
Sólidos Totales %	NTE INEN 14	12,02	11,2	-
Ceniza %	NTE INEN 14	0,64	0,65	-
Sólidos no grasos %	-	6,4	8,2	-
Proteína %	NTE INEN 16	2,45	2,9	
Células somáticas/ml	Test de California	Prueba negativa	<5x10 <sup>5</sup>	
Aerobios mesófilos, UFC/ml	Siembra en masa	10000	<5x10 <sup>4</sup>	

Fuente: Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos de Aguas y Alimentos  
Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Los límites de los parámetros analizados en la caracterización de la leche cruda dan como resultado que se encuentra dentro de normativa NTE INEN 9:2015, por lo cual puede ser considerado idónea como materia prima para la realización del yogurt.

#### 3.2.4.4 Operaciones unitarias del proceso

Durante el trascurso de la transformación de la materia prima, es decir en proceso de elaboración de yogurt se presentan diversas operaciones unitarias como las descritas a continuación:

**Filtrado:** Al pasar por un medio filtrante se separa el componente sólido insoluble de la mezcla sólido-líquido, reteniendo los sólidos gracias a diferencia de presión que se presenta en un lado y el otro de la membrana porosa.

La operación unitaria de filtrado en el proceso de obtención del yogurt se encuentra presente en el inicio, con la finalidad de remover los sólidos presentes en la leche usada como materia prima que pueden existir al momento del ordeño mediante el uso de un lienzo.

**Mezclado:** Con el objetivo de conseguir un producto esta operación consiste en combinar y homogenizar sustancias ya sean miscibles o no. En la elaboración de yogurt el mezclado se encuentra presente tanto al inicio como al final del proceso, es decir, inicialmente se tiene una homogenización al adicionar de azúcar, y posteriormente como etapa final se tiene la mezcla con saborizante, colorante y conservante.

**Pasteurizado:** Es una parte fundamental en la inocuidad de los alimentos, y que por medio de esta operación se da la destrucción térmica de los microorganismos. En el proceso de obtención de yogurt, la pasteurización es un punto crítico a controlar debido a que en la leche es uno de los alimentos más vulnerables a un ataque microbiológico.

#### 3.2.4.5 Variables del proceso

**Tabla 25-3:** Variables del proceso

Variables	Tipos de variables	Concepto	Método de medición	Proceso	Parámetro
<b>Temperatura</b>	Independiente	Nivel térmico que posee un cuerpo.	Termómetro	Pasteurización	90°C
				Fermentación	45°C
				Enfriamiento	22°C
<b>Tiempo</b>	Dependiente	Lapso de tiempo que transcurre en el proceso.	Cronómetro	Pasteurización	15 min
				Fermentación	5 horas

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

### 3.2.5 Balance de masa y energía

**Tabla 26-3:** Datos adicionales

Parámetro	Descripción	Valor	Unidad
$\rho_{l.cruda}$	Densidad de la leche	1,021	$\frac{g}{mL}$
$g$	Gravedad	9,8	$\frac{m}{s^2}$
$k_{acero}$	Coficiente de trasferencia de térmica del material (acero)	16,28	$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$
$k_{aislante}$	Conductividad térmica del acero	0,023	$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$
$\rho_{Yogurt}$	Densidad del yogurt	1108	$\frac{Kg}{m^3}$
$\mu$	Viscosidad del yogurt	0,6989	$\frac{Kg}{m \cdot s}$
$\rho_{acero}$	Densidad del acero	7930	$\frac{Kg}{m^3}$
$Cp_{yogurt}$	Capacidad calorífica del yogurt a 20 °C	3,85	$\frac{KJ}{Kg \cdot ^\circ C}$
$\Delta \vec{H}_{C_6H_{12}O_6}$	Entalpía de formación de la glucosa	1261,5	$\frac{KJ}{mol}$
$\Delta \vec{H}_{C_3H_6O_3}$	Entalpía de formación del ácido láctico	624,51	$\frac{KJ}{mol}$
$PM_{C_6H_{12}O_6}$	Peso molecular de la glucosa	180	$\frac{Kg}{mol}$
$Pr$	Número de Prandtl	7,54	–
$\sigma$	Constante de Steban Bolzman	$5,67 \times 10^{-8}$	$\frac{W}{m^2 k^4}$
$\epsilon_{acero}$	Emisividad del acero	0,28	$^\circ C^{-1}$
$\epsilon$	Emisividad del poliuretano	0,9	$^\circ C^{-1}$
$k_{poliuretano}$	Conductividad térmica del poliuretano	0.023	$\frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

#### 3.2.5.1 Balance de masa

A base de ensayos de laboratorio en la Estación Experimental Planta de Lácteos “Tunshi” perteneciente a la ESPOCH, se llevó a cabo la elaboración de yogurt a partir de 20 litros de leche que es la cantidad mínima de producción que cuenta la marmita existente. Ahora bien, según las necesidades de la Asociación de Ganaderos “Shushufindi” se destinarán 800 litros para la obtención de yogurt, una vez dichas esto se tiene:

$$\text{Peso de la leche cruda} = V_{\text{leche}}(\rho_{\text{l.cruda}}) \left( \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right)$$

Datos:

Peso de la leche cruda (Kg)

$V_{\text{leche}}$ : Volumen de leche a procesar: 800 litros

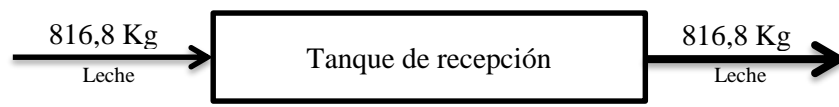
$\rho_{\text{l.cruda}}$ : Densidad de la leche: 1,021 g/ml;  $1021 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$  (Valor considerado del análisis realizado a la materia prima según el ANEXO A.)

$$\text{Peso de la leche cruda} = 800 \text{ L} \left( \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right) \left( \frac{1021 \text{ Kg}}{1 \text{ m}^3} \right)$$

$$\text{Peso de la leche} = 816,8 \text{ Kg}$$

➤ **Tanque de recepción**

- **Balance de masa tanque de recepción**



$$E = S$$

Dónde:

$$E = m_{\text{leche}} = 816,8 \text{ Kg}$$

$$S = m_{\text{leche}} = 816,8 \text{ Kg}$$

- **Rendimiento**

Al ser colocada la leche en el tanque de recepción esta no tiende a tener a sufrir pérdidas significativas por lo que su eficiencia cuenta con el 100%

➤ **Marmita con agitación**

- **Formulación**

Mediante ensayos de laboratorio se obtuvo la formulación a realizarse donde 20 L de leche se añadió 2Kg de azúcar como materia prima, por otro lado, se tiene que los insumos como el sorbato de potasio se añadirá 2g y de cultivo termófilo de 0,28g para la cantidad de leche mencionada.

Y a su vez llevando las cantidades para un volumen de 800 L de leche, mediante uso de la siguiente fórmula se tendrá:

✓ Azúcar

*20L leche → 2Kg azúcar*

*800L leche → X*

$$X = \frac{800L \text{ leche} * 2 \text{ Kg azúcar}}{20L \text{ leche}}$$

$$X = 80 \text{ Kg azúcar}$$

✓ Sorbato de potasio

*20L leche → 2g sorbato de K*

*800L leche → X*

$$X = \frac{800L \text{ leche} * 2 \text{ g sorbato de K}}{20L \text{ leche}}$$

$$X = 80 \text{ g sorbato de K}$$

✓ Cultivo termófilo

*20L leche → 0,28g cultivo termófilo*

*800L leche → X*

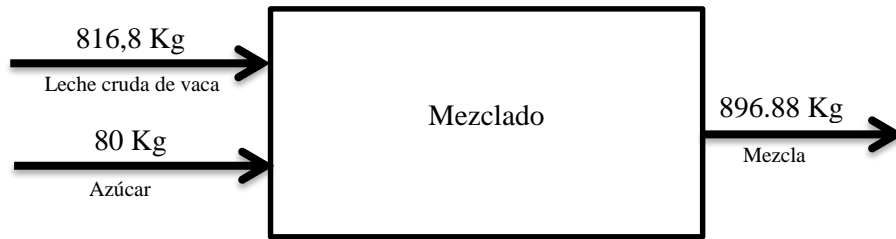
$$X = \frac{800L \text{ leche} * 0,28 \text{ g cultivo termófilo}}{20L \text{ leche}}$$

$$X = 12 \text{ g cultivo termófilo}$$

➤ **Mezclado**

• **Balance de masa en la mezcla**





$$E = S$$

$$E = m_{leche} + m_{azúcar}$$

Dónde:

$m_{leche}$ : Masa de la leche cruda; 816,8 Kg

$m_{azúcar}$ : Masa de la azúcar; 80 Kg

$$E = 816,8 \text{ Kg} + 80 \text{ Kg}$$

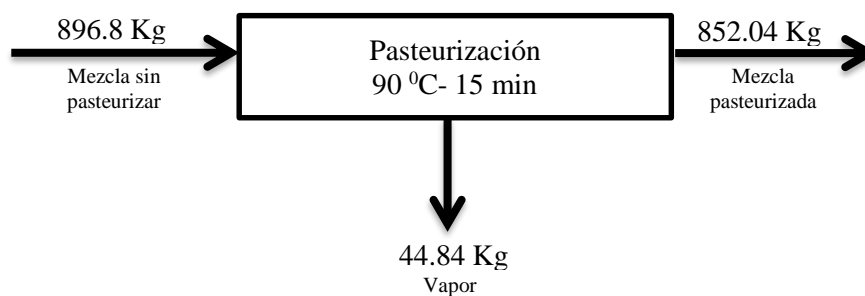
$$E = 896,8 \text{ Kg} = S$$

- **Rendimiento**

Al realizarse el mezclado en la marmita, esta no tendrá ninguna pérdida por lo que su eficiencia en su balance de masa será del 100%.

- **Pasteurización**

- **Balance de masa en la mezcla**



$$E = S + E_v$$

Dónde:

$E_v$ : Pérdida por evaporación

$$E = 896,8 \text{ Kg} = S$$

$$S = E - \frac{E * \%}{100}$$

$$S = 896,8 \text{ Kg} - \frac{896,8 \text{ Kg} * 95}{100}$$

$$S = 896,8 \text{ Kg} - 851,96 \text{ Kg}$$

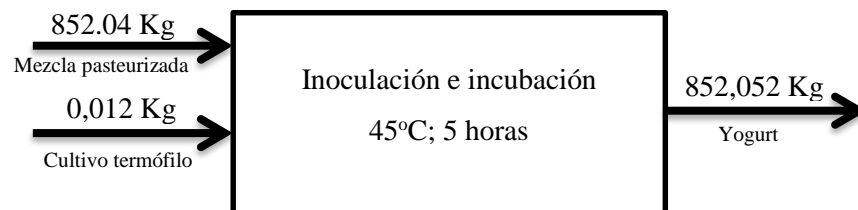
$$S = 44,84 \text{ Kg}$$

- **Rendimiento**

En la pasteurización existe una mínima cantidad de agua que se pierde del contenido de la mezcla, por lo cual se considera que en el balance de masa para esta etapa es del 95% en su eficiencia.

- **Inoculación e incubación**

- **Balance de masa**



$$E = S$$

$$E = m_{mezcla\ pasteurizada} + m_{cultivo}$$

Dónde:

$m_{mezcla\ pasteurizada}$ : Masa mezcla pasteurizada; 852,04 Kg

$m_{cultivo}$ : Masa cultivo termófilo; 0,012 Kg

$$E = 852,04 \text{ Kg} + 0,012 \text{ Kg}$$

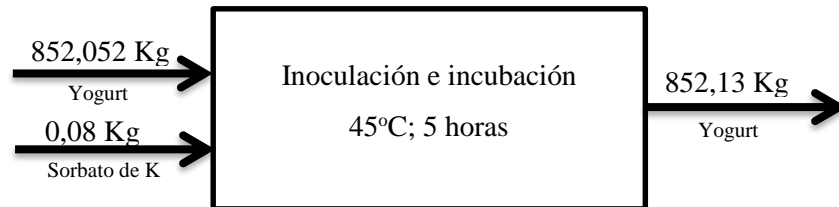
$$E = 852,052 \text{ Kg} = S$$

- **Rendimiento**

Al no existir pérdidas de masa en el proceso la eficiencia en el mismo es del 100%.

➤ **Segundo enfriado**

• **Balance de masa**



$$E = S$$

$$E = m_{yogurt} + m_{sorbato\ de\ K}$$

Dónde:

$m_{yogurt}$ : Masa del yogurt; 852,052 Kg

$m_{sorbato\ de\ K}$ : Masa cultivo termófilo; 0,008 Kg

$$E = 852,052\ Kg + 0,08\ Kg$$

$$E = 852,13\ Kg = S$$

• **Rendimiento**

Al no existir pérdidas de masa en el proceso la eficiencia en el mismo es del 100%.

3.2.5.2 Balance de masa general (proceso de elaboración de yogurt)

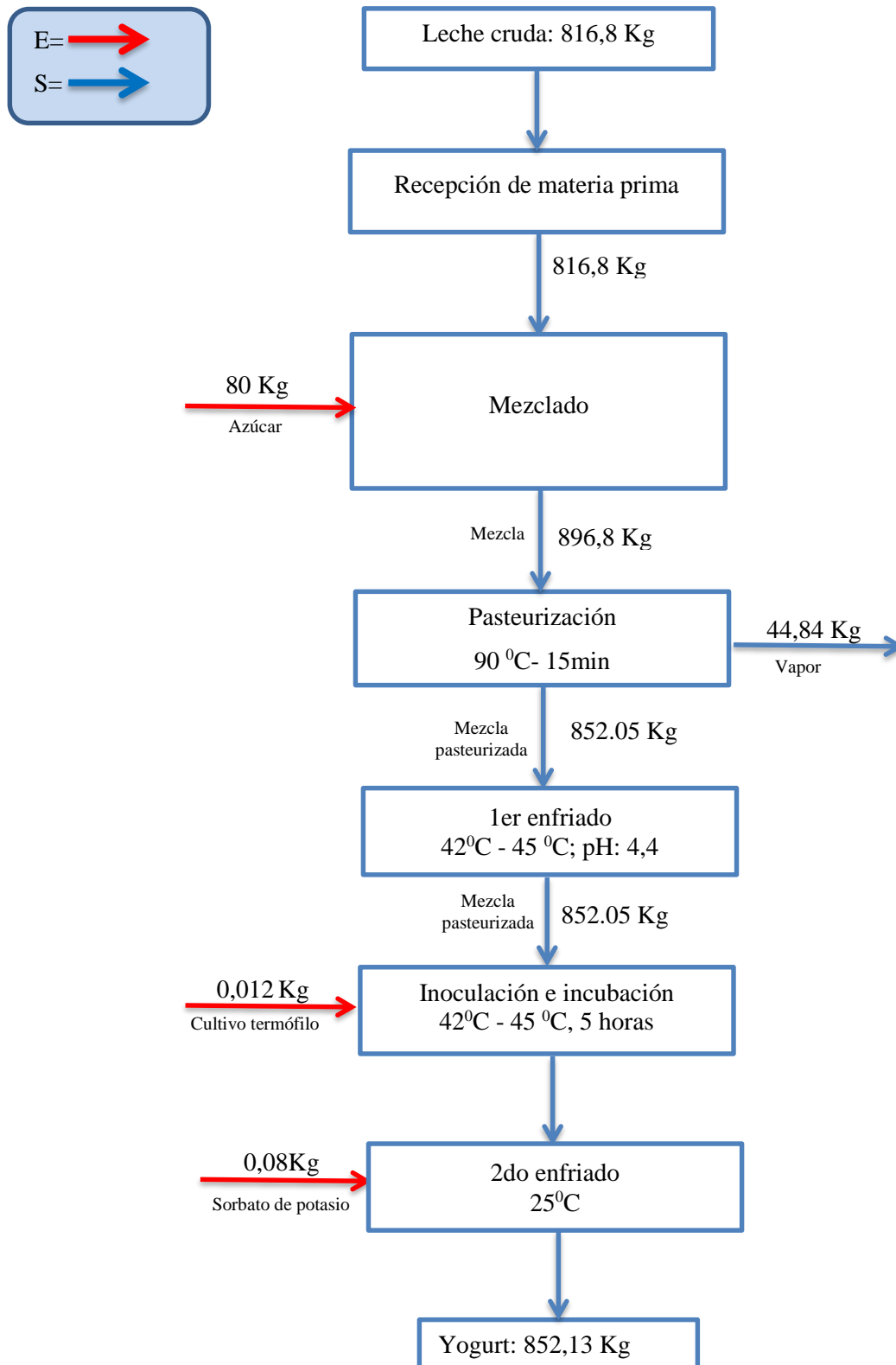


Figura 2-3 Balance de masa general

### 3.2.5.3 Balance de energía

#### ✚ Pasteurización

- Área de transferencia de calor

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

Dónde:

**A:** Área de transferencia de calor ( $m^2$ )

**r:** Radio de la marmita (Pasteurizador): 0,44m

**h:** Altura de la marmita (Pasteurizador): 1,5 m

$$A = 2\pi(0,44m)(1,5m)$$

$$A = 4,15m^2$$

- Calor perdido en las paredes de la marmita

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

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

Dónde:

**$Q_M$ :** Calor perdido en las paredes de la marmita

**$k_{acero}$ :** Coeficiente de transferencia de calor marmita:  $16,28 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

**A:** Área de transferencia de calor del marmita:  $4,15 m^2$

**$T_p$ :** Temperatura de pasteurización:  $90 ^\circ C$

**$T_A$ :** Temperatura de alimentación:  $25 ^\circ C$

$$Q_M = 16,28 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} (4,15 m^2) * (90^\circ C - 25^\circ C)$$

$$Q_M = 4391,53 W$$

$$Q_M = 4,4 KW$$

- Capacidad calorífica de la leche cruda

$$Cp_{l.cruda} = 41,8 * W_a + (13,71 + 0,112(\theta)) * TS$$

Dónde:

**$C_{p_{l.cruda}}$** : Capacidad calorífica de la leche cruda

**$W_a$** : Contenido de agua: 87,80 %

**TS**: Sólidos no grasos: 6,4 % (Dato obtenido en los análisis físicos- químicos de la leche, como se puede observar en el ANEXO A)

**$\theta$** : Temperatura de pasteurización de la leche cruda: 90 °C

$$C_{p_{l.cruda}} = 41,8(87,80) + (13,71 + 0,112(90)) * 6,4$$

$$C_{p_{l.cruda}} = 3822,23 \frac{J}{kg^{\circ}C}$$

- Calor ganado por la leche cruda

$$Q_L = \frac{m_L}{t} * C_{p_{l.cruda}} * ((T_p - T_A))$$

Dónde:

**$Q_L$** : Calor ganado por la leche cruda

**$m_L$** : Masa de leche cruda que ingresa: 816,8 Kg

**t**: Tiempo de pasteurización: 15 min

**$C_{p_{l.cruda}}$** : Capacidad calorífica de la leche cruda: 3822,23  $\frac{J}{kg^{\circ}C}$

**$T_p$** : Temperatura de pasteurización: 90 °C

**$T_A$** : Temperatura de alimentación: 25 °C

$$Q_L = \frac{816,8 \text{ Kg}}{900 \text{ s}} * 3822,23 \frac{J}{kg^{\circ}C} * ((90 - 25)^{\circ}C)$$

$$Q_L = 225477,59 \text{ W}$$

$$Q_L = 225,48 \text{ KW}$$

- Calor suministrado por la caldera

$$Q_{l.cruda} = Q_c + Q_M$$

$$Q_c = Q_{l.cruda} - Q_M$$

Dónde:

**$Q_c$** : Calor suministrado por la caldera

**$Q_{l.cruda}$** : Calor ganado por la leche cruda: 225,48 KW

**$Q_M$** : Calor perdido en las paredes del pasteurizador; 4,4 KW

$$Q_c = 225,48 \text{ KW} - 4,4 \text{ KW}$$

$$Q_c = 221,08 \text{ KW}$$

- Coeficiente global de transferencia de calor en el pasteurizador

$$Q_{Lcruda} = U * A * \Delta T$$

$$U = \left( \frac{Q_{Lcruda}}{A * \Delta T} \right)$$

Dónde:

**U:** Coeficiente global de transferencia de calor

**$Q_{Lcruda}$ :** Calor ganado por la leche cruda: 225,48 KW

**A:** Área de transferencia de calor del pasteurizador: 4,15 m<sup>2</sup>

**$T_p$ :** Temperatura de pasteurización: 90 °C

**$T_A$ :** Temperatura de alimentación: 25 °C

$$U = \left( \frac{225,48 \text{ KW}}{4,15 \text{ m}^2 (90 - 25)^\circ\text{C}} \right)$$

$$U = 0.835 \frac{\text{KW}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

### Fermentador

- Balance de energía enfriamiento 1

- Calor perdido en las paredes de la marmita

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

$$Q_M = k_{acero} * A * (T_F - T_p)$$

Dónde:

**$Q_M$ :** Calor perdido en las paredes de la marmita

**$k_{acero}$ :** Coeficiente de transferencia de calor pasteurizador: 16,28  $\frac{W}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$

**A:** Área de transferencia de calor de la marmita: 4,15 m<sup>2</sup>

**$T_F$ :** Temperatura de fermentación: 45 °C

**$T_p$ :** Temperatura de pasteurización: 90 °C

$$Q_M = 16,28 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} (4,15m^2) * (45^\circ C - 90^\circ C)$$

$$Q_M = -3040,29 W$$

$$Q_M = -3,04 KW$$

- Capacidad calorífica de la leche cruda

$$Cp_{l.cruda} = 41,8 * W_a + (13,71 + 0,112(\theta)) * TS$$

Dónde:

**$Cp_{l.cruda}$** : Calor calorífico de la leche cruda

**$W_a$** : Contenido de agua: 87,80 % (Dato obtenido en los análisis físicos- químicos de la leche, como se puede apreciar en el ANEXO A)

**TS**: Sólidos no grasos: 6,4 % (Dato obtenido en los análisis físicos- químicos de la leche, como se puede apreciar en el ANEXO A)

**$\theta$** : Temperatura de fermentación de la leche cruda: 45 °C

$$Cp_{l.cruda} = 41,8(87,80) + (13,71 + 0,112(45)) * 6,4$$

$$Cp_{l.cruda} = 3790,90 \frac{J}{kg^\circ C}$$

- Calor perdido por la leche cruda

$$Q_L = \frac{m_L}{t} * Cp_{l.cruda} * ((T_p - T_A))$$

Dónde:

**$Q_L$** : Calor ganado por la leche cruda

**$m_L$** : Masa de leche cruda que ingresa: 816,8 Kg

**t**: Tiempo de enfriado: 5 min

**$T_p$** : Temperatura de pasteurización: 90 °C

**$T_F$** : Temperatura de fermentación: 45 °C

$$Q_L = \frac{816,8 Kg}{300 s} * 3790,90 \frac{J}{kg^\circ C} * ((45 - 90)^\circ C)$$

$$Q_L = -4647461,07 W$$

$$Q_L = -464,46 KW$$

- Calor ganado por el agua de enfriamiento



$$Q_{l.cruda} = Q_{H2O} + Q_M$$

$$Q_{H2O} = Q_{l.cruda} - Q_M$$

Dónde:

$Q_{h20}$ : Calor ganado por el agua de enfriamiento

$Q_{Lcruda}$ : Calor perdido por la leche cruda:  $-464,46 \text{ KW}$

$Q_M$ : Calor perdido en las paredes de la marmita;  $-3,04 \text{ KW}$

$$Q_{H2O} = -(-464,46 \text{ KW} - 3,04 \text{ KW})$$

$$Q_{H2O} = 467,5 \text{ KW}$$

- Coeficiente global de transferencia de calor

$$Q_{Lch} + Q_{l.cruda} = U * A * \Delta T$$

$$U = \left( \frac{Q_{Lch} + Q_{l.cruda}}{A * \Delta T} \right)$$

Dónde:

$U$ : Coeficiente global de transferencia de calor

$Q_{h20}$ : Calor ganado por el agua de enfriamiento:  $-467,5 \text{ KW}$

$A$ : Área de transferencia de calor del pasteurizador:  $4,15 \text{ m}^2$

$T_p$ : Temperatura de pasteurización:  $90 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_F$ : Temperatura de fermentación:  $45 \text{ }^\circ\text{C}$

$$U = \left( \frac{-467,5 \text{ KW}}{4,15 \text{ m}^2 (45 - 90)^\circ\text{C}} \right)$$

$$U = 2,5 \frac{\text{KW}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

➤ Balance de energía en la etapa de fermentación

- Calor ganado por el ambiente

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

$$Q_{ambiente} = Q_{Rx} + Q_{pared}$$

Dónde:

$Q_{ambiente}$ : Calor ganado por el ambiente

$Q_{Rx}$ : Calor desprendido por la reacción de fermentación:

$Q_{pared}$ ; Calor perdido por las paredes:

- Cálculo número de Grashof

$$G_r = \frac{H^3 \rho^2 g \beta \Delta T}{\mu_m^2}$$

Dónde:

**$G_r$** : Número de Grashof

**$H$** : altura de la marmita: 1,5m

**$g$** : Gravedad: 9,8 m/s<sup>2</sup>

**$\beta$** : Coeficiente de expansión volumétrica: 21 °C<sup>-1</sup>

**$\rho$** : Densidad: 1021 Kg/m<sup>3</sup>

**$\mu_m$** : Viscosidad: 0,997 Kg/ms

**$T_F$** : Temperatura de fermentación: 45 °C

**$T_A$** : Temperatura del ambiente: 25 °C

$$G_r = \frac{(1,5m)^3 \left(1021 \frac{Kg}{m^3}\right)^2 (9,8 \frac{m}{s^2})(0,21 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})(45^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})}{(0,997 \frac{Kg}{m \cdot s})^2}$$

$$G_r = 1,457 \times 10^8$$

$$P_r = 7,54$$

$$G_r P_r = 1,967 \times 10^8 (7,54)$$

$$G_r P_r = 1,098 \times 10^9$$

- Cálculo coeficiente de convección interno

$$h_{ci} = \frac{k}{H} 0,59 (G_r P_r)^{\frac{1}{4}}$$

Datos:

**$h_{ci}$** : Coeficiente de convección interno

**$H$** : altura de la marmita: 1,5m

**$G_r$** : Número de Grashof: 1,098x10<sup>9</sup>

**$k$** : Coeficiente de transmisión térmica del yogurt: 0,399  $\frac{W}{m \cdot ^\circ\text{C}}$

$$h_{ci} = \frac{0,399 \frac{W}{m \cdot ^\circ\text{C}}}{1,5 m} (0,59)(1,098 \times 10^9)^{\frac{1}{4}}$$

$$h_{ci} = 28,57 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

- Coeficiente de convección del aire

$$h_{co} = 1,42 \left( \frac{\Delta T}{H} \right)^{\frac{1}{4}}$$

Dónde:

$h_{co}$ : Coeficiente de convección del aire

$T_F$ : Temperatura de fermentación: 45 °C

$T_A$ : Temperatura del ambiente: 25 °C

$H$ : altura de la marmita: 1,5m

$$h_{co} = 1,42 \left( \frac{45^\circ C - 25^\circ C}{1,5m} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$h_{co} = 2,7 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

- Coeficiente de radiación

$$h_{ro} = \varepsilon * \sigma * (T_F^4 - T_A^4)$$

Dónde:

$\varepsilon$ : Constante de emisividad del material: 0,28

$\sigma$ : Constante de Stefan Boltzman:  $5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 k^4}$

$T_F$ : Temperatura de fermentación: 45°C; 318,15K

$T_A$ : Temperatura del ambiente: 25°C; 298,15 K

$$h_{ro} = (0,28) \left( 5,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 k^4} \right) \left( (318,15 K)^4 - (298,15 K)^4 \right)$$

$$h_{ro} = 37,20 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

- Calor perdido por las paredes

$$Q_{pared} = \frac{T_F - T_A}{R_{conv} + R_{cond} + R_{rad}}$$

$$Q_{pared} = \frac{T_F - T_A}{\frac{1}{2\pi r_f H h_{ci}} + \frac{\ln \frac{r_2}{r_f}}{2\pi H k_{acero}} + \frac{1}{2\pi r_2 H (h_{co} + h_{ro})}}$$

Datos:

$Q_{pared}$ : Calor perdido por las paredes

$T_F$ : Temperatura de fermentación: 45 °C

$T_A$ : Temperatura del ambiente: 25 °C

$r_f$ : Radio del fermentador: 0,792 m

$r_2$ : Radio externo del fermentador: 0,88

$H$ : Longitud del fermentador: 1,5 m

$k_{acero}$ : Coeficiente de transmisión térmica del material: 16,28  $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

$h_{ci}$ : Coeficiente de convección interna: 30,79  $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

$h_{co}$ : Coeficiente de convección del aire: 2,9  $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

$h_{ro}$ : Coeficiente de radiación: 48,58  $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

$Q_{pared}$

$$= \frac{(45 - 25)^\circ C}{\frac{1}{2\pi(0,792m)(1,5m)\left(22,44 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}\right)} + \frac{\ln \frac{0,88}{0,792}}{2\pi(1,5m)\left(16,28 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}\right)} + \frac{1}{2\pi(0,88m)(1,5m)\left(2,9 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} + 48,58 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}\right)}}$$

$$Q_{pared} = \frac{20 \text{ }^\circ C}{(5,97 \times 10^{-3} + 6,87 \times 10^{-4} + 2,34 \times 10^{-3}) \frac{W}{^\circ C}}$$

$$Q_{pared} = -2222,96 \text{ W}$$

Teniendo en cuenta que la fermentación se va dar a por 5 horas, obtendremos el flujo de calor que es:

$$Q_{pared} = -2222,96 \frac{J}{s} \left( \frac{3600 s}{1 h} \right) (5h)$$

$$Q_{pared} = -4,0 \times 10^7 \text{ J}$$

$$Q_{pared} = -40013 \text{ KJ}$$

Teniendo en cuenta que yogurt es un derivado de la leche y esta suele conservar sus propiedades hasta pasadas las 4 horas, será considerara su capacidad calorífica a la temperatura que se llevara la operación que es de la fermentación (45°C).

$$Q_{pared} = m * C_p * \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q_{pared}}{m * C_p}$$

Dónde:

$\Delta T$ : Variación de temperatura

$C_p$ : Capacidad calorífica:  $3790,90 \frac{J}{kg^{\circ}C}$

$m$ : Masa de la leche: 816,8 Kg

$Q_{pared}$ : Calor perdido por las paredes:  $4,0 \times 10^7 J$

$$\Delta T = \frac{4,0 \times 10^7 J}{816,8 \text{ Kg} * 3790,90 \frac{J}{kg^{\circ}C}}$$

$$\Delta T = 12,9 \text{ }^{\circ}C$$

El tanque al ser expuesto a la temperatura ambiente tiende a sufrir una pérdida de temperatura, por lo cual se hace necesario aplicar un recubrimiento que evite esta dicha pérdida, se trabajara con espuma de poliuretano al ser de bajo costo y sobre todo que cuenta con baja conductividad térmica.

- Cálculo de calor perdido por las paredes del fermentador, al ser instalado el aislante térmico

Se realiza un nuevo cálculo del flujo de calor, teniendo en cuenta el material aislante que evite las pérdidas de valor a través de las paredes del fermentador.

Se ha considerado un espesor para el aislante de 20mm, con el fin de mejorar la eficiencia energética. Por lo cual:

$$r_3 = r_2 + e_{aislante}$$

Dónde:

$r_3$ : Radio externo con el material aislante

$r_2$ : Radio externo del fermentador: 0,88 m

$e_{aislante}$ : Espesor del aislante: 0,02m

$$r_3 = 0,88 \text{ m} + 0,02 \text{ m}$$

$$r_3 = 0,9 \text{ m}$$

Con la instalación del aislante se produce un cambio de temperatura en la pared externa de la marmita, por lo que se debe recalcular los coeficientes de convección y radiación, esta será asumida. Siendo igual a la cantidad de calor transmitida por la radiación y convección si la temperatura asumida es la adecuada esta será de 25,571°C. Como se calcula a continuación:

$$q = q_{\text{conducción}} - q_{\text{conducción+radiación}}$$

$$q = \frac{T_F - T_{\text{aislante}}}{\frac{e_{\text{aislante}}}{A_{\text{aislante}} * k_{\text{aislante}}}} - \frac{T_{\text{aislante}} - T_A}{\frac{1}{A_{\text{externa}}(h_{co1} + h_{ro1})}}$$

Dónde:

$e_{\text{aislante}}$ : Espesor del aislante: 0,02m

$A_{\text{aislante}}$ : Área del aislante: 4,15 m<sup>2</sup>

$A_{\text{externa}}$ : Área de la cara externa: 4,17 m<sup>2</sup>

$h_{co1}$ : Coeficiente de convección del aire: 2,69  $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

$h_{ro1}$ : Coeficiente de radiación: 36,24  $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

$T_F$ : Temperatura de fermentación: 45 °C

$T_A$ : Temperatura del ambiente: 25 °C

$$q = \frac{(45 - 25,571)}{\frac{0,02}{(4,15)(0,023)}} - \frac{(25,571 - 25)}{\frac{1}{4,17(2,69 + 36,24)}}$$

$$q = 92,7 - 92,7$$

A esta temperatura se tiene que  $q_{\text{conducción}}$  es igual a  $q_{\text{conducción+radiación}}$ ; por lo que se da la elección de los nuevos coeficientes de radiación y convección, los mismos que serán usados para la obtención del flujo de calor:

$$Q_{\text{pared}} = \frac{T_F - T_A}{\frac{1}{2\pi r_f H h_{ci}} + \frac{\ln \frac{r_2}{r_f}}{2\pi H k_{\text{acero}}} + \frac{\ln \frac{r_3}{r_2}}{2\pi H k_{\text{aislante}}} + \frac{1}{2\pi r_2 H (h_{co} + h_{ro})}}$$

Datos:

$Q_{\text{pared}}$ : Calor perdido por las paredes

$T_F$ : Temperatura de fermentación: 45 °C

$T_A$ : Temperatura del ambiente: 25 °C

$r_f$ : Radio del fermentador: 0,792 m

$r_2$ : Radio externo del fermentador: 0,88m

$r_3$ : Radio externo con el material aislante: 0,9m

$H$ : Longitud del fermentador: 1,5 m

$k_{acero}$ : Coeficiente de transmisión térmica del material:  $16,28 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

$k_{aislante}$ : Coeficiente de transmisión térmica del material aislante:  $0,023 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

$h_{ci}$ : Coeficiente de convección interna:  $22,44 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

$h_{co}$ : Coeficiente de convección del aire:  $2,69 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

$h_{ro}$ : Coeficiente de radiación:  $36,23 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

$Q_{pared}$

$$= \frac{(45 - 25)}{\frac{1}{2\pi(0,792)(1,5)(22,44)} + \frac{\ln \frac{0,88}{0,792}}{2\pi(1,5)(16,28)} + \frac{\ln \frac{0,9}{0,88}}{2\pi(1,5)(0,023)} + \frac{1}{2\pi(0,88)(1,5)(2,69 + 36,24)}}$$

$$Q_{pared} = \frac{20 \text{ } ^\circ C}{(5,97 \times 10^{-3} + 6,87 \times 10^{-4} + 0,10 + 3,10 \times 10^{-3}) \frac{W}{^\circ C}}$$

$$Q_{pared} = -182,22 \text{ W}$$

El tiempo de fermentación será de 5 horas, lo tanto el flujo de calor es:

$$Q_{pared} = -182,22 \frac{J}{s} \left( \frac{3600s}{1h} \right) 5h$$

$$Q_{pared} = -3,28 \times 10^6 \text{ J}$$

$$Q_{pared} = -3280 \text{ KJ}$$

Será considerara su capacidad calorífica a la temperatura que se llevara la operación que es de la fermentación (45°C).

$$Q_{pared} = m * C_p * \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q_{pared}}{m * C_p}$$

Dónde:

$\Delta T$ : Variación de temperatura

$C_p$ : Capacidad calorífica:  $3790,90 \frac{J}{kg^\circ C}$

$m$ : Masa de la leche: 816,8 Kg

$Q_{pared}$ : Calor perdido por las paredes:  $3,28 \times 10^6 J$

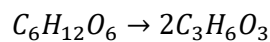
$$\Delta T = \frac{3,28 \times 10^6 J}{816,8 \text{ Kg} * 3790,90 \frac{J}{kg^\circ C}}$$

$$\Delta T = 1,06 \text{ }^\circ C$$

Obteniendo menos pérdidas de calor, por ende, un mejoramiento en el sistema, optimizando el calor generado.

- Calor generado en la fermentación

La glucosa reacciona mediante una fermentación, como se puede ver a continuación en la siguiente reacción:



Las entalpías de reacción formada dada por:

$$\Delta \vec{H}_{rxn} = \sum \Delta \vec{H}_{productos} - \sum \Delta \vec{H}_{reactivos}$$

Dónde:

$$\Delta \vec{H}_{C_6H_{12}O_6} = -1261,5 \frac{KJ}{mol}$$

$$\Delta \vec{H}_{C_3H_6O_3} = -624,51 \frac{KJ}{mol}$$

$$\Delta \vec{H}_{rxn} = 2 \left( -624,51 \frac{KJ}{mol} \right) - \left( -1261,5 \frac{KJ}{mol} \right)$$

$$\Delta \vec{H}_{rxn} = 127,52 \frac{KJ}{mol}$$

- Calor generado por cada Kg de glucosa fermentada



$$Q = \Delta \bar{H}_{rxn} * PM_{C_6H_{12}O_6}$$

Dónde:

$Qg$ : Calor generado por cada Kg de glucosa

$\Delta \bar{H}_{rxn}$ : Entalpía reacción formada:  $127,52 \frac{KJ}{mol}$

$PM_{C_6H_{12}O_6}$ : Peso molecular de la glucosa: 180 Kg/mol

$$Qg = \left( 127,52 \frac{KJ}{mol} \right) * \left( \frac{mol}{180 Kg} \right)$$

$$Qg = 0,708 \frac{KJ}{Kg}$$

- Masa de lactosa

$$m_{Lactosa} = m_{leche} * \text{°Brix}$$

Dónde:

$m_{Lactosa}$ : Masa de lactosa

$m_{leche}$ : Masa de leche: 816,8 Kg

°Brix: Grados brix de la leche: 8,3 °Brix

$$m_{Lactosa} = 816,8 Kg \left( \frac{8,3 Kg lactosa}{100 Kg leche} \right)$$

$$m_{Lactosa} = 67,79 Kg lactosa$$

Por reacción la lactosa es hidrolizada y se rompe dando galactosa y glucosa, por lo que la masa de lactosa de 67,79 Kg, la mitad está conformada por glucosa es decir de 33,89 Kg.

$$Q = Qg * m_g$$

Dónde:

$Qg$ : Calor generado por cada Kg de glucosa:  $0,708 \frac{KJ}{Kg}$

$m_g$ : Masa de glucosa: 33,89 Kg

$$Q = 0,708 \frac{KJ}{Kg} (33,89 Kg)$$

$$Q = -23,99 KJ$$

El calor al darse la reacción de fermentación con una duración de 5 horas es;

$$Q_{Rx} = \frac{Q}{t}$$

Dónde:

$Q_{Rx}$ : Calor de reacción

$Q$ : Calor glucosa:  $-23,99 \text{ KJ}$

$t$ : Tiempo de reacción: 5 horas

$$Q_{Rx} = \frac{-23,99 \text{ KJ}}{5 \text{ h}}$$

$$Q_{Rx} = -4,80 \frac{\text{KJ}}{\text{h}}$$

$$Q_{Rx} = -4,80 \frac{\text{KJ}}{\text{h}} \left( \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right)$$

$$Q_{Rx} = -1,33 \times 10^{-3} \text{ KW}$$

- Calor ambiente

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

$$Q_{ambiente} = Q_{Rx} + Q_{pared}$$

Dónde:

$Q_{ambiente}$ : Calor ambiente

$Q_{Rx}$ : Calor reacción:  $-1,33 \times 10^{-3} \text{ KW}$

$Q_{pared}$ : Calor en las paredes:  $-0,18 \text{ KW}$

$$Q_{ambiente} = -(-1,33 \times 10^{-3} \text{ KW} - 0,18 \text{ KW})$$

$$Q_{ambiente} = 0,18 \text{ KW}$$

- Balance de energía en la etapa de enfriamiento 2

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

$$Q_{yogurt} + Q_P = Q_H$$

Dónde:

$Q_{yogurt}$ : Calor perdido por el yogurt

$Q_P$ : Calor perdido por las paredes

$Q_H$ : Calor ganado por el agua de enfriamiento

- Calor perdido por las paredes

$$Q_p = k_{acero} * A_s * \Delta T$$

$$Q_p = k_{acero} * A_s * (T_E - T_F)$$

**Dónde:**

**$Q_p$ :** Calor perdido por las paredes

**$k_{acero}$ :** Coeficiente de transmisión térmica del material:  $16,28 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

**$A_s$ :** Área de transferencia de calor de la marmita:  $4,15 m^2$

**$T_E$ :** Temperatura de enfriamiento:  $25 ^\circ C$

**$T_F$ :** Temperatura de fermentación:  $45 ^\circ C$

$$Q_p = 16,28 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} (4,15 m^2) * (25 - 45) ^\circ C$$

$$Q_p = 16,28 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} (4,15 m^2) * (25 - 45) m^2$$

$$Q_p = -1351,24 W$$

$$Q_p = -1,35 KW$$

- Calor perdido por el yogurt

$$Q_{yogurt} = m_{yogurt} * C_{p_{yogurt}} * (T_E - T_F)$$

**Dónde:**

**$m_{yogurt}$ :** Masa del yogurt:  $0,25 Kg/s$

**$C_{p_{yogurt}}$ :** Capacidad calorífica del yogurt:  $3,85 \frac{KJ}{Kg \cdot ^\circ C}$

**$T_E$ :** Temperatura de enfriamiento:  $25 ^\circ C$

**$T_F$ :** Temperatura de fermentación:  $45 ^\circ C$

$$Q_{yogurt} = (0,25 Kg) \left( 3,85 \frac{KJ}{Kg \cdot ^\circ C} \right) (25 - 45) ^\circ C$$

$$Q_{yogurt} = -19,25 KW$$

- Calor ganado por el agua de enfriamiento

$$Q_H = Q_{yogurt} + Q_P$$

**Dónde:**

**$Q_H$ :** Calor ganado por el agua de enfriamiento

**$Q_{yogurt}$ :** Calor perdido por el yogurt:  $-19,25 KW$

**$Q_P$ :** Calor perdido por las paredes:  $-1,35 KW$

$$Q_H = -(-19,25 KW - 1,35 KW)$$

$$Q_H = 20,6 \text{ KW}$$

- Coeficiente global de transferencia de calor en el enfriamiento 2

$$Q_H = U_3 * A_s * \Delta T$$

$$U_3 = \frac{Q_H}{A_s * \Delta T}$$

Dónde:

**U**: Coeficiente global de transferencia de calor el enfriamiento 2

**Q<sub>H</sub>**: Calor ganado por el agua de enfriamiento: 20,6 KW

**A**: Área de transferencia de calor del pasteurizador: 4,15 m<sup>2</sup>

**T<sub>F</sub>**: Temperatura de fermentación: 45 °C

**T<sub>A</sub>**: Temperatura ambiente: 25 °C

$$U_3 = \frac{-20,6 \text{ KW}}{(4,15 \text{ m}^2)(25 - 45)^\circ\text{C}}$$

$$U_3 = 0,25 \frac{\text{KW}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

### 3.2.6 Dimensionamiento de equipos

#### 3.2.6.1 Diseño del tanque de recepción de la leche

- Volumen del tanque de recepción

$$V_T = V_{leche}(f_s) + V_{leche}$$

Dónde:

**V<sub>T</sub>**: Volumen total del tanque de recepción de la leche (m<sup>3</sup>)

**V<sub>leche</sub>**: Volumen de leche a procesar: 800 L

**f<sub>s</sub>**: Factor de seguridad para el tanque: 15%

$$V_T = 800L(0,15) + 800L$$

$$V_T = 920L$$

$$V_T = 0,92 \text{ m}^3$$

➤ Altura del tanque de recepción

Se asumirá el diámetro de 1m para el tanque para la recepción de la leche, teniendo en cuenta el espacio físico para su colocación y manipulación.

$$V_T = h\pi r_t^2$$

Dónde:

***h***: Altura del tanque de recepción de la leche (m)

***V<sub>T</sub>***: Volumen total del tanque de recepción de la leche: 0,92 m<sup>3</sup>

***r<sub>t</sub>***: Radio del tanque recepción: 0,50m

$$h = \frac{V_T}{\pi r_t^2}$$

$$h = \frac{0,92 \text{ m}^3}{\pi(0,5\text{m})^2}$$

$$h = 1,17\text{m}$$

➤ Área del tanque de recepción

$$A_T = 2\pi r_t h + \pi r_t^2$$

Dónde:

***A<sub>T</sub>***: Área total del tanque de recepción (m<sup>2</sup>)

***r<sub>t</sub>***: Radio del tanque recepción: 0,50m

***h***: Altura del tanque de recepción de la leche: 1,17m

$$A_T = 2\pi(0,5\text{m})(1,17\text{m}) + \pi(0,5\text{m})^2$$

$$A_T = 4,46\text{m}^2$$

### 3.2.6.2 Diseño de la marmita/yogurtera

Para el diseño de la marmita se considera la masa del yogurt obtenida en el balance de masa y mediante el uso de la densidad del mismo, se obtendrá el volumen de la marmita a diseñar.

$$V_{Yogurt} = m_{Yogurt}(\rho_{Yogurt})$$

Dónde:

***V<sub>Yogurt</sub>***: Volumen del yogurt (m<sup>3</sup>)

***m<sub>Yogurt</sub>***: Masa del yogurt: 896,892 Kg

$\rho_{Yogurt}$ : Densidad del yogurt:  $1108 \frac{Kg}{m^3}$

$$V_{Yogurt} = 896,892 \text{ Kg} \left( \frac{m^3}{1108 \text{ Kg}} \right)$$

$$V_{Yogurt} = 0,8 \text{ m}^3$$

- Volumen de la marmita/yogurtera

$$Vt = V_{Yogurt} + V_{Yogurt}(Fs)$$

Datos:

$Vt$ : Volumen total de la marmita

$V_{Yogurt}$ : Volumen a producir de yogurt:  $0,8 \text{ m}^3$

$Fs$ : Factor de seguridad: 15 %

$$Vt = 0,8 \text{ m}^3 + (0,8 \text{ m}^3)(0,15)$$

$$Vt = 0,92 \text{ m}^3$$

- Diámetro de la marmita/yogurtera

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

Dónde:

$\phi$ : Diámetro de la marmita/yogurtera

$Vt$ : Volumen total:  $0,92 \text{ m}^3$

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{4(0,92 \text{ m}^3)}{1,75(\pi)}}$$

$$\phi = \sqrt[3]{\frac{4(0,127 \text{ m}^3)}{1,75(\pi)}}$$

$$\phi = 0,88 \text{ m}$$

- Radio de la marmita/yogurtera

$$r = \frac{\phi}{2}$$

Dónde:

$r$ : Radio de la marmita/yogurtera (m)

$\phi$ : Diámetro de la marmita: 0,88 m

$$r = \frac{0,88 \text{ m}}{2}$$

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

- Altura de la marmita

$$h = \frac{Vt}{\pi(r)^2}$$

Dónde:

**h:** Altura de la marmita/yogurtera (m)

**Vt:** Volumen total:  $0,92 \text{ m}^3$

**r:** Radio de la marmita/yogurtera:  $0,44 \text{ m}$

$$h = \frac{0,92 \text{ m}^3}{\pi(0,44 \text{ m})^2}$$

$$h = 1,5 \text{ m}$$

- Diámetro de la chaqueta

$$\phi_{ch} = \frac{1}{10}(\phi)$$

Dónde:

$\phi_{ch}$ : Diámetro de la chaqueta

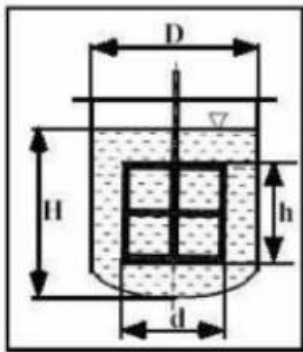
$\phi$ : Diámetro de la marmita/yogurtera:  $0,88 \text{ m}$

$$\phi_{ch} = \frac{1}{10}(0,88 \text{ m})$$

$$\phi_{ch} = 0,088 \text{ m}$$

- Sistema de agitación

**Tabla 27-3** Sistema de agitación

Descripción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura de malla</li> <li>• De 4 a 6 palas tipo rectas</li> <li>• El ángulo de 45 grados en la inclinación</li> </ul>	
Sistema de flujo formado	Radial/Axial	
Régimen de flujo	Transición y turbulento	
Velocidad tangencial	3-15 m/s	
Velocidad del medio	Hasta 20 Kg/ms	
Ubicación del rodete $\frac{d_2}{d_1}$	0,2-0,5 m (alejado de la pared)	
Aplicación	Homogenizador	

**Fuente:** Anso y Barge. Teoría empírica sobre la agitación, 2017.

- Longitud del brazo

$$L_b = 80\%(\varnothing)$$

Datos:

$L_b$ : Longitud del brazo

$\varnothing$ : Diámetro de la marmita/yogurtera: 0,88 m

$$L_b = 0,80(0,88m)$$

$$L_b = 0,7m$$

- Espesor del rodete

$$\varepsilon_r = \frac{1}{10}(L_b)$$

Dónde:

$\varepsilon_r$ : Espesor del rodete

$L_b$ : Longitud del brazo: 0,7 m

$$\varepsilon_r = \frac{1}{10}(0,7 \text{ m})$$

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

- Diámetro del rodete

$$\varnothing_r = \frac{3}{4}(\varnothing)$$

Dónde:

$\varnothing_r$ : Diámetro del rodete (m)

$\varnothing$ : Diámetro de la marmita/yogurtera: 0,88 m

$$\varnothing_r = \frac{3}{4}(0,88 \text{ m})$$

$$\varnothing_r = 0,66 \text{ m}$$

- Diámetro interno de la marmita

$$\varnothing_i = \varnothing - \varnothing_{ch}$$

Dónde:

$\varnothing_i$ : Diámetro interno de la marmita (m)

$\varnothing$ : Diámetro de la marmita: 0,88 m

$\varnothing_{ch}$ : Diámetro de la chaqueta: 0,088 m

$$\varnothing_i = 0,88 \text{ m} - 0,088 \text{ m}$$

$$\varnothing_i = 0,792 \text{ m}$$



- Distancia entre el fondo de la marmita y el rodete

$$h_r = \frac{1}{3}(\phi_i)$$

Dónde:

$h_r$ : Distancia entre el fondo de la marmita y el rodete

$\phi_i$ : Diámetro interno de la marmita: 0,792 m

$$h_r = \frac{1}{3}(0,792 \text{ m})$$

$$h_r = 0,264 \text{ m}$$

- Alto de la paleta

$$A_p = \frac{1}{3}(\phi_r)$$

Dónde:

$A_p$ : Alto de la paleta

$\phi_r$ : Diámetro del rodete: 0,66 m

$$A_p = \frac{1}{3}(0,66 \text{ m})$$

$$A_p = 0,22 \text{ m}$$

- Distancia entre rejillas de las paletas

$$X_r = \frac{L_b}{4}$$

Dónde:

$X_r$ : Distancia entre rejillas de las paletas (m)

$L_b$ : Longitud del brazo: 0,7 m

$$X_r = \frac{0,7 \text{ m}}{4}$$

$$X_r = 0,175 \text{ m}$$

- Calculo número de Reynolds

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

$N_{Re}$ : Número de Reynolds

$\phi_r$ : Diámetro del rodete: 0,66 m

$N$ : Velocidad de rotación: 33 rpm; 0,55rps (*Dato obtenido en la estación experimental Planta de Lácteos Tunshi*)

$\rho$ : Densidad del fluido: 1049,29 Kg/m<sup>3</sup>

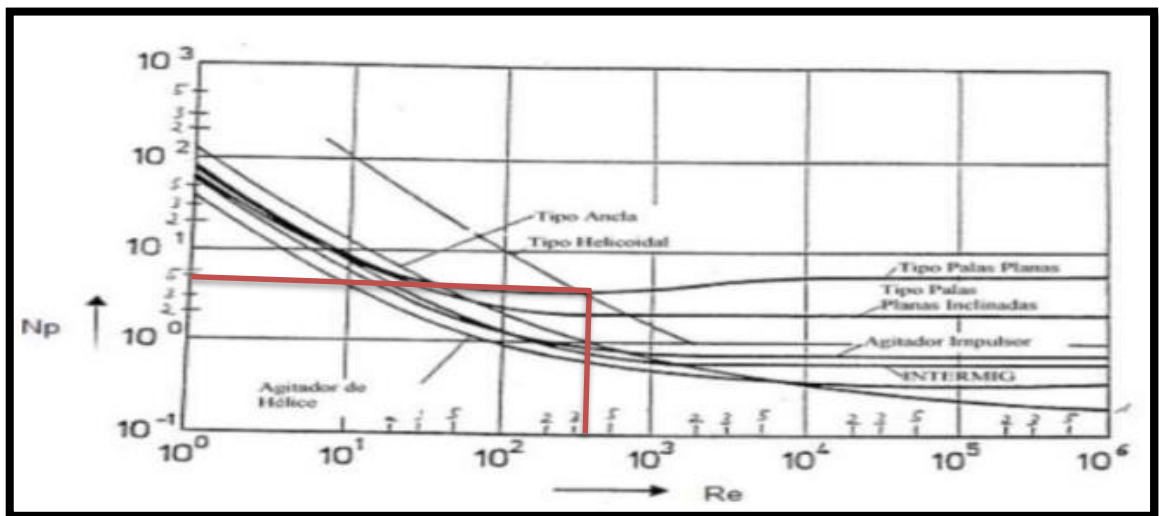
$\mu$ : Viscosidad del fluido: 0,6989 Kg/m.s (Dato obtenido en el laboratorio de Procesos Industriales de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH)

$$N_{Re} = \frac{0,66^2 * 0,55 * 1049,29}{0,6989}$$

$$N_{Re} = 21581,5$$

$$N_{Re} = 2,16 \times 10^6$$

- Potencia del agitador



**Gráfica 7-3:** Caracterización de la potencia frente al número de Reynolds

Fuente: Coker, Ludwigs. Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plants, 2007.

Se obtiene una potencia teórica de  $N_{po} = 5$  para calcular la potencia real.

- Potencia real del agitador

$$P = \frac{N_{po}}{g_c} * \rho * N^3 * \phi_r^5$$

Dónde:

**P:** Potencia del agitador

$N_{po}$ : Número de potencia obtenida: 5

$g_c$ : Factor gravitacional: 1 Kgm/N.s<sup>2</sup>

$\rho$ : Densidad del fluido: 1108  $\frac{Kg}{m^3}$

**N:** Velocidad de rotación: 33 rpm; 0,55rps

$\phi_r$ : Diámetro del rodete: 0,66 m

$$P = \frac{4}{1} * 1108 * (0,55)^3 * (0,66)^5$$

$$P = 92,34 W$$

La potencia calculada solo está dirigida a un impulsor, por lo que genera pérdidas del 30 a 40%, por lo cual se calcula la potencia consumida por el motor mediante la siguiente ecuación:

$$P_{motor} = \frac{P}{0.30}$$

Dónde:

$P_{motor}$ : Potencia consumida por el motor de cada impulsor (Watts)

$P$ : Potencia impartida al líquido por cada impulsor; 2.38 Watts

$$P_{motor} = \frac{92.34 \text{ Watts}}{0.30}$$

$$P_{motor} = 307.8 \text{ Watts}$$

### Potencia total del motor

$$P_{motor \text{ total}} = P_{motor}(N \cdot imp)$$

Dónde:

$P_{motor \text{ total}}$ : Potencia total requerida del motor

$P_{motor}$ : Potencia consumida por el motor de cada impulsor; 10.58 Watts

$N \cdot imp$ : Número de impulsores; 4 adimensional

$$P_{motor \text{ total}} = (307.8 \text{ Watts})(4)$$

$$P_{motor \text{ total}} = 1231,2 \text{ Watts}$$

$$P_{motor \text{ total}} = 1231,2 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s}} \left( \frac{0.2248 \text{ lb}_f}{1 \text{ N}} \right) \left( \frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} \right) \left( \frac{1 \text{ Hp}}{550 \frac{\text{lb}_f \cdot \text{ft}}{\text{s}}} \right)$$

$$P_{motor \text{ total}} = 1.65 \text{ Hp}$$

La potencia del motor necesario es de 1,65 Hp, pero teniendo en cuenta que esta potencia no existe en el mercado será prudente adquirir uno que se asemeje, es decir, de 2 Hp.

### 3.2.7 Resultados

#### 3.2.7.1 Resultados del diseño de equipos

**Tabla 28-3:** Resultados de diseño del tanque receptor de leche

<b>Tanque receptor leche</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
<b>Volumen del tanque</b>	$V_T$	0,92	$m^3$
<b>Radio del tanque</b>	$r$	0,5	$m$
<b>Altura del tanque</b>	$h$	1,17	$m$
<b>Área del tanque</b>	$A_T$	4,46	$m^2$
<b>Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304</b>			

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

El tanque de recepción de leche es una parte primordial que debe contar la planta, ya que aquí se receptorá la leche proveniente de los socios de la asociación, los cuales estas dispuestos a darle un valor agregado a esta mediante el desarrollo de la obtención de yogurt, el tanque contará con un volumen de recepción de hasta  $0,92 m^3$  y deberá ser construido en acero inoxidable, al tratarse de producción de alimentos para consumo humano.

**Tabla 29-3:** Resultados de diseño de la marmita/yogurtera

<b>Marmita/yogurtera</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
<b>Volumen de la yogurtera</b>	$V_t$	0,92	$m^3$
<b>Diámetro de la yogurtera</b>	$\emptyset$	0,88	$m$
<b>Radio de la yogurtera</b>	$r$	0,44	$m$
<b>Altura de la yogurtera</b>	$h$	1,5	$m$
<b>Diámetro de la chaqueta</b>	$\emptyset_{ch}$	0,088	$m$
<b>Sistema de agitación</b>			
<b>Longitud del brazo</b>	$L_b$	0,7	$m$
<b>Espesor del rodete</b>	$\varepsilon_r$	0,07	$m$
<b>Diámetro del rodete</b>	$\emptyset_r$	0,66	$m$
<b>Diámetro interno de la yogurtera</b>	$\emptyset_i$	0,792	$m$
<b>Distancia entre el fondo de la yogurtera y el rodete</b>	$h_r$	0,264	$m$
<b>Alto de la paleta</b>	$A_p$	0,22	$m$
<b>Distancia entre rejillas de las paletas</b>	$X_r$	0,175	$m$
<b>Potencia</b>			
<b>Número de Reynolds</b>	$N_{Re}$	$2,16 \times 10^6$	Adimensional
<b>Potencia del motor</b>	$P_{motor\ total}$	2	HP
<b>Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304</b>			

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Para la obtención del yogurt es necesaria una marmita que cuente con capacidad para producir los litros de leche que la asociación de ganaderos “SHUSHUFINDI” ha otorgado para este fin, dicha marmita contara con un volumen de dimensionamiento de 0,92 m<sup>3</sup>, además de contar con un sistema de agitación de paletas que necesita un motor con una potencia de 2HP para su funcionamiento, además esta será construida de acero inoxidable.

### 3.2.7.2 Validación del proceso y producto final

Mediante un análisis físico-químico y microbiológico (Tabla 30-3), se valida el proceso, así como el producto final a obtener en base a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 LECHES FERMENTADAS que ejerce la calidad del producto, generado a base leche entera obtenida de manera directa del ganado de la Asociación de ganaderos Shushufindi.

**Tabla 30-3:** Análisis físico-químico y microbiológico del yogurt

Determinación	Unidades	Método	Resultado	NTE INEN 2395:2011	
				Min %	Max ·%
Proteína	%	INEN 1870	3,95	2,7	---
Grasa	%	INEN 523	2,2	2,5	---
Coliformes Totales	UFC/g	Siembra en masa	Ausencia	---	10
Escherichia Coli	UFC/g	Siembra en masa	Ausencia	---	<1
Recuento de mohos y levaduras	UFC/g	Siembra en masa	<30	---	200

**Fuente:** Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos de Aguas y Alimentos

**Realizado por:** Gladys Rivera, 2019.

Como todo producto al ser introducido al mercado debe contar con estándares de calidad para que le considere como un producto apto para el consumo humano, dichos estándares se encuentran descritos en la norma NTE INEN 2395:2011, que revela que cada parámetro analizado se encuentra dentro de los límites permisibles o exigidos por la norma, tanto en el análisis químico-físico y microbiológicos, como se puede observar en la Tabla 30-3, a más de tener un producto de calidad libre de microorganismos que puedan ocasionar algún problema en salud del consumidor final.

### 3.3 Proceso de Producción

El proceso de producción del proyecto esta netamente orientado a un volumen de yogurt manejable por la asociación, dicho producto parte de la necesidad de enfocarse en dar un nuevo

beneficio económico a los integrantes que conforman la asociación, brindando un producto de calidad y sobre todo que asegure que sea apto para el consumo humano, se tiene en cuenta que la asociación produce más de 4000 litros de leche que en su mayoría son destinadas a la distribución en plantas lácteas ajenas a la asociación, por lo que ha visto una oportunidad de crear su propio producto destinando 800 litros de leche al mismo.

### 3.3.1 Materia prima e insumos para la obtención de yogurt

**Tabla 31-3:** Materia prima para la obtención de yogurt

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Leche cruda de vaca</b>	800	L
<b>Azúcar</b>	80	<i>Kg</i>

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

En la Tabla 31-3 se puede observar la cantidad de materia prima que la planta esta óptima para poder procesar, con su producción máxima será de 800 litros diariamente, para la cual será necesario una cantidad de 80 kg de azúcar para poder endulzar el yogurt a ser comercializado.

**Tabla 32-3:** Insumos para la producción de yogurt

<b>INSUMOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Sorbato de potasio</b>	0,08	<i>Kg</i>
<b>Cultivo termófilo Choozif</b>	0,012	<i>Kg</i>

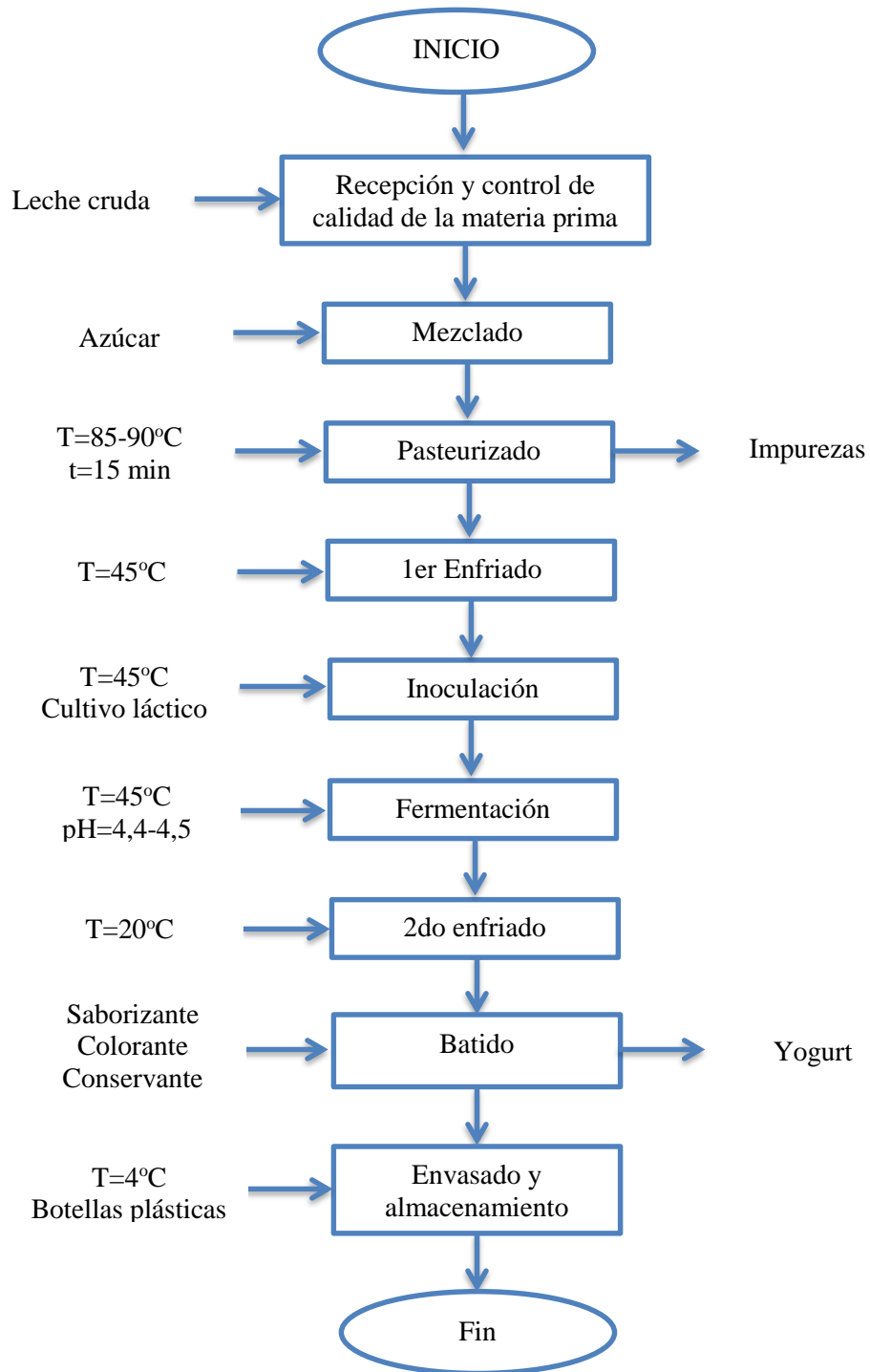
Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

En la Tabla 32-3 se puede identificar los insumos usados para la producción de yogurt, los cuales serán el sorbato de potasio, sin olvidar el insumo que tiene mayor importancia en el proceso que se trata del cultivo termófilo, el mismo que permitirá que se dé la fermentación láctica.

Además de considerar los colorantes y saborizantes, los mismos que brindaran diferencias en gustos a los consumidores finales.

### 3.3.3. Diagrama del proceso

En el siguiente diagrama se detalla cada proceso que se encuentra inmerso en la obtención de yogurt, partiendo de los litros de leche diarios que la asociación de ganaderos “Shushufindi” ha predestinado para la línea de producción.



3.4.3.2 Descripción del diagrama

### ➤ **Recepción y control de calidad de la materia prima**

Al inicio de la línea de producción del yogurt, se encuentra ubicado un tanque de recepción con volumen óptimo para la leche cruda a procesar, el mismo que es fabricado con acero inoxidable 304, el mismo cuenta con un lienzo en donde se filtra la leche con la finalidad de retirar sólidos contaminantes procedentes en el ordeño o a su vez en el transporte de la leche, a más de eso antes de ser colocada en el tanque receptor se realiza un control de calidad a la leche.

### ➤ **Mezclado**

La leche es transportada a la marmita con agitación fabricado de acero inoxidable 304, en donde es adicionado el azúcar, esto se realiza a una temperatura de 35°C, para posteriormente ser llevado a ser pasteurizado.

### ➤ **Pasteurizado**

Una vez realizado el mezclado se realiza un pasteurizado a 85-90°C, asegurando que se dé la eliminación térmica de microorganismos que se encuentran presentes en la leche garantizando así su calidad e inocuidad en el producto final.

### ➤ **Primer enfriado**

Posteriormente al pasteurizado se da un enfriado en la marmita, donde se pasa agua por la chaqueta actuando como fluido de enfriamiento a una temperatura promedio de 14°C, la leche es enfriada a una temperatura de 45°C, la cual es una temperatura óptima para el crecimiento de las bacterias lácticas.

### ➤ **Inoculación**

Una vez que se ha alcanzado la temperatura de 45°C se agrega el cultivo termófilo, y se realiza un mezclado para que se disperse por todo el fluido por medio del sistema de agitación, el cultivo termófilo cuenta en su contenido por bacterias *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.



### ➤ **Fermentación**

El mismo se da durante 5 horas manteniendo una temperatura de 45°C, durante este tiempo se da producción de ácido láctico, convirtiendo la leche en yogurt, brindándole sus características principales como olor, consistencia y sabor. Una vez que se alcanzado la acidez deseada, es decir un pH entre 4-4,5 se da por terminado esta etapa.

### ➤ **Segundo enfriado**

Una vez obtenido o alcanzado la acidez óptima se da un enfriamiento del fermento obtenido, con finalidad de detener la actividad metabólica microbiana, mediante la aplicación de un fluido de enfriamiento en este caso el agua, que al pasar por la chaqueta de la marmita logrará que se disminuya la temperatura hasta 20°C brindando firmeza al gel formado, es decir al yogurt.

### ➤ **Batido**

Al tener la temperatura adecuada se procede a realizar la adición del saborizante, colorante y conservante, según sea el sabor que se procesa a realizar en el lote, se acciona el sistema de agitación hasta conseguir una textura agradable, libre de grumos, mediante una agitación lenta con la finalidad de no dañar el producto final.

### ➤ **Envasado y almacenamiento**

Para finalizar el yogurt es envasado en botellas plásticas previamente esterilizadas para ser llevado a conservación hasta su distribución, a una temperatura de 4°C.

## **3.4 Distribución de la Planta de Lácteos**

El lugar designado para la construcción de la planta cuenta con una extensión de 25m<sup>2</sup>, en donde se ubicarán los equipos para llevar a cabo el proceso de obtención de yogurt, para el proceso se destinó 800 litros de leche.

### ***3.4.1 Descripción de las áreas de la planta***

**Área de laboratorio:** En esta zona se llevará a cabo los análisis a la materia prima, determinando la calidad de la misma. Además, en esta zona se lleva a cabo el pesaje de los aditivos e insumos que permitan transformar la leche.

**Área de recepción de la materia prima:** Lugar en el cual la materia prima es recolectada en el tanque receptor, la leche ordeñada es proveniente de diferentes lugares aledaños a la planta teniendo en cuenta que el ganado es propio de los socios que forman la asociación de ganaderos de “Shushufindi”.

**Área de producción:** En esta zona se encuentra los equipos para la obtención de yogurt, esta zona se encuentra debidamente distribuida, con accesos que permitan la movilidad del personal, además del control de las variables de proceso.

**Área de envasado y etiquetado:** En esta zona será colocada la empacadora semiautomática, la misma que debe ser obtenida del mercado, el etiquetado se realizará en forma manual por lo que se debe contar el espacio necesario para este objetivo.

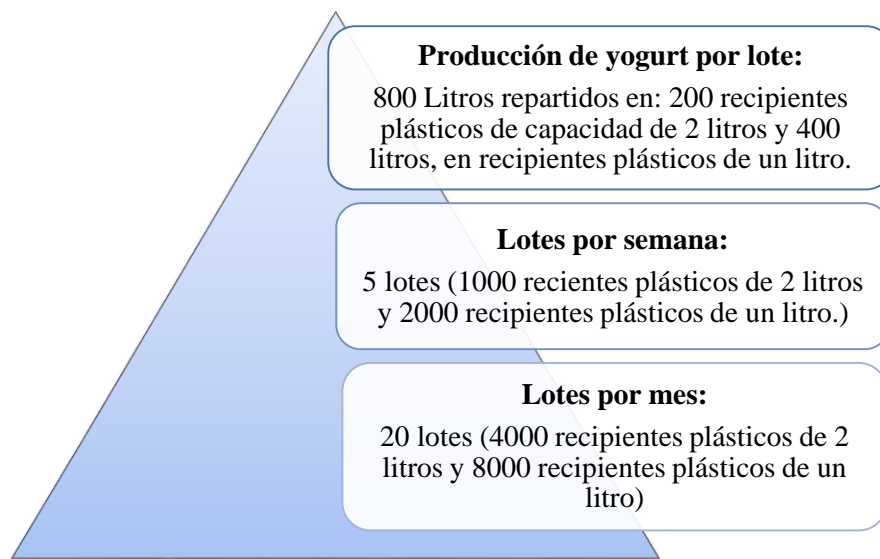
**Área de refrigerado:** El producto terminado es llevado al área de refrigerado, hasta su distribución, esta zona es de suma importancia ya que ayuda a conservar las propiedades del yogurt antes de ser comercializado.

**Bodega:** Zona destinada a la ubicación de azúcar, colorante y colorante que formarán parte de la elaboración del yogurt.

**Oficinas:** Donde se llevará a cabo las funciones administrativas, así como la parte lógica de distribución del producto, además de la contabilidad.

### ***3.3.5 Capacidad de producción***

La capacidad de obtención del yogurt en la planta va ser de 800 litros, mismos que serán envasados en recipientes plásticos de dos litros y un litro. Además, se debe tener en cuenta que se trata de una producción tipo Bach.



### 3.4 Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria

#### 3.4.1. Requerimientos de Equipos

A continuación, en la Tabla 33-3, se puede observar la tecnología, maquinaria y equipos que formarán parte de la línea de producción propuesta para la obtención de yogurt para la asociación de ganaderos de “Shushufindi, teniendo en cuenta la capacidad que contará cada uno y su material de diseño.

**Tabla 33-3:** Requerimientos de equipos

Sistema/ Componentes	Tecnología/ Equipo /Maquinaria	Descripción	Capacidad
<b>Recepción</b>	Tanque receptor	Contenedores donde se aloja la materia prima (leche cruda) hasta que pase posteriormente a la elaboración de yogurt, fabricado con acero inoxidable 304a.	920L
<b>Mezclado/ Pasteurización/ Inoculación e Incubación</b>	Marmita/ yogurtera	Recipiente comúnmente de forma cilíndrica, donde se da tres etapas, la primera que cuenta con un mezclado o homogenizado de las materias primas (azúcar y leche) ya que cuenta con un sistema de agitación, posteriormente se da la pasteurización, y por último un enfriado, la inoculación e incubación con bacterias lácticas termófilas. Construido de acero inoxidable 304a.	920L
<b>Envasado</b>	Envasadora	Sistema semiautomático con dos válvulas o boquillas, encargadas de dosificar el yogurt en los envases plásticos, equipo de acero inoxidable 304a.	800L
<b>Almacenado</b>	Cuarto frío	Lugar adecuado para conservación nutricional del producto mediante la aplicación de baja misma que oscila de 0 a 5°C..	800L

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

### 3.4.2. Materiales necesarios para el área de control de calidad a implementar la planta

Como en toda empresa se hace necesario la necesidad de otorgar un área de trabajo destinada al control de calidad, siendo necesaria la adquisición de equipos de laboratorio tales como los que se puede ver en la Tabla 34-3.

**Tabla 34-3:** Requerimientos de materiales

<b>Equipo</b>	<b>Características</b>
Termómetro	Instrumento usado para medir las temperaturas y por ende la variables a controlar en el proceso.
Probeta	Instrumento usado para medir volúmenes de forma aproximada al ser graduado.
Balanza analítica	Se usará para obtener pesos con mayor exactitud, en momento de pesar el cultivo láctico y los colorantes.
Lienzo	Usada para la filtración de la leche cruda, retirando material extraño no deseados en la misma.
Pipetas	Medir alícuota de un líquido.
Piseta	Usado como matraz lavador, o a su vez contenedor de líquidos.
Espátula	Instrumento usado que ayuda a tomar muestras sólidas para su posterior pesado.
Vasos de precipitación	Contenedor de líquidos, tolerante a la temperatura para calentar dichos líquidos.
Varilla de agitación	Usada para disolver o mezclar sustancias con el fin de homogenizar.
pH-metro	Método electroquímico para medir el pH de una disolución.
Refractómetro	Aparato para medir el índice de refracción del yogurt (Grados Brix).

**Realizado por:** Gladys Rivera, 2019.

## 3.5 Análisis de costo/beneficio para la producción de yogurt

### 3.5.1 Inversión Fija

Este tipo de costes son aquellos donde se tiene en cuenta el capital que será necesario para que se adquiera y se instale los equipos necesarios para la producción del yogurt, así como la infraestructura e instalaciones físicas para este fin.

En la siguiente Tabla 35-3 se muestra el costo necesario para la implementación de la línea de producción, se tiene además que mencionar que la asociación de ganaderos “Shushufindi” cuenta con el terreno y espacio necesario para la edificación de la planta siendo factible poder implementar el proceso productivo diseñado:

**Tabla 35-3:** Costos de los equipos para la línea principal del proceso

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Marmita mezcladora	1	2600	2600
Tanque de recepción	1	800	800
Caldera	1	2800	2800
Envasadora	1	1650	1650
Cuarto frio (3x3x2,4)m	1	5500	5500
Bombas, transporte de agua y conductos de vapor	1	400	400
<b>Subtotal</b>			<b>13750</b>

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Además, es necesaria la adquisición de instrumentos y/o materiales que permitan determinar la calidad de la materia prima, así como del producto final, como se puede ver a continuación en la siguiente Tabla 36-3.

**Tabla 36-3:** Costos de los Equipos para control y seguimiento del proceso

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Termómetro	1	14	14
pH-metro	1	18	18
Probeta	1	6	6
Balón aforado de 500ml	1	8	8
Piseta	1	2	2
matraz 100ml	1	4	4
Refractómetro	1	38	38
Vaso de precipitación	1	2,8	2,8
Pipeta	1	2,5	2,5
Balanza digital	1	50	50
Picnómetro	1	8	8
Lienzo	2	1	2
<b>Subtotal</b>			<b>155,3</b>

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que debe existir ciertas adecuaciones necesarias para que tenga un excelente funcionamiento la planta, siendo necesaria una inversión en la misma, como se puede ver a continuación en la Tabla 37-3.

**Tabla 37-3:** Inversiones en la planta de procesamiento

<b>Inversión</b>	<b>Costo (\$)</b>
Infraestructura	5000
Adecuaciones de la estructura física (red eléctrica, agua potable , modificaciones estructurales)	1400
Adecuación del área de control de calidad	800
<b>Subtotal</b>	<b>7200</b>

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Para poder arrancar con el proyecto es necesario que la infraestructura física, sus adecuaciones y la instalación de equipos se realice, se debe tener un presupuesto que este destinado a la mano de obra que realice este trabajo, así como la capacitación a los socios como se puede ver a continuación en la tabla 38-3.

**Tabla 38-3:** Recursos humanos para el montaje e instalación del proceso

<b>Denominación</b>	<b>Costo (\$)</b>
Mano de obra para el montaje e instalación de equipos	1100
Mano de obra para adecuación de la planta	900
Asesoría y capacitación a socios	800
<b>Subtotal</b>	<b>2800</b>

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Como inversión fija se tiene en resumen los costos anteriormente indicados, los mismos que muestras que para iniciar el proyecto se debe contar con un capital de 23905,30 como se puede ver a continuación en la Tabla 39-3.

**Tabla 39-3:** Inversión fija

<b>Detalles</b>	<b>Costo (\$)</b>
Costos de equipos para la línea principal del proceso	13750,00
Costos para control y seguimiento del proceso	155,30
Inversiones en la planta de procesamiento	7200,00
Recursos humanos para el montaje e instalación del proceso	2800,00
<b>TOTAL</b>	<b>23905,30</b>

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

### 3.5.2 Determinación de egresos

Determina rubros de gastos, de materia prima e insumos, así como de servicios como de agua potable, luz eléctrica, así como mano de obra.

Los valores que se presentan a continuación en la Tabla 40-3 indican el costo aproximado si se implementaría la planta ya que se encuentran inmersos estrictamente en el proceso productivo.

**Tabla 40-3:** Servicios básicos

Servicio	Costo mensual (\$)
Agua potable	15
Energía eléctrica	25
Teléfono	10
<b>Subtotal</b>	50
<b>Costo anual</b>	600

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

El proyecto al ser implementado contará con el apoyo de los socios los mismos que actuarán como personal humano, pero al tratarse de un proceso que debe contar con un control de calidad se debe contratar un técnico el mismo que tendrá a su disposición dos operarios debidamente capacitados, como se describe en Tabla 41-3 a continuación:

**Tabla 41-3:** Recursos humanos para el proceso de manufactura

Personal	Actividad	Cantidad	Tiempo de trabajo (h)	Salario/mes (\$)	Costo anual (\$)
<b>Supervisor de producción</b>	Control, asesoramiento, seguimiento y manipulación del proceso de producción	1	80	700	8400
<b>Operario</b>	Encargado de la recepción de leche, y del buen funcionamiento de los equipos.	2	80	360	8640
<b>Subtotal</b>					17040

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Otro de los egresos que se tiene y siendo el más importante, es el costo de elaboración del yogurt mismo que será por cada lote producido, teniendo en cuenta la materia prima, insumos y suministros necesarios como se puede ver a continuación en la Tabla 42-3:

**Tabla 42-3:** Costo de elaboración de yogurt por lote

<b>Materiales e insumos</b>	<b>Valor por presentación</b>	<b>Valor unitario(\$)</b>	<b>Cantidad requerida</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor total (\$)</b>
Leche cruda	-	-	-	-	-
Azúcar	\$40 saco de 50 Kg	0,8	80	Kg	64
Sorbato de la potasio	\$ 45 saco de 5Kg	9	0,012	Kg	0,11
Cultivo termófilo Choozit	\$30 los 1kg	20	0,012	Kg	0,24
Recipientes plásticos de 2 litros	0,04\$/presentación de 2L	0,04	200	Litros	8,00
Recipientes plásticos de 1 litro	0,02\$/presentación de 1L	0,02	400	Litros	8,00
Etiquetas	\$20 /1000 etiquetas	0,02	400	Unidad	8,00
Cofia	\$ 6 /(100u)	6	1	Unidad	6,00
Mascarillas	\$2/ (50u)	2	1	Unidad	2
Guantes	\$7/caja(50 pares)	7	1	Unidad	7
Saborizante	15\$ el litro	15	0,8	Litros	12
Colorantes, vitaminas, entre otras.		22	0,15	Kg	3,3
<b>Subtotal</b>					118,65
<b>anual</b>					<b>Costo</b> 28475,52

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Teniendo en cuenta los egresos que se presentan en el desarrollo del proyecto, se tiene los siguientes gastos anualmente, que se pueden ver a continuación en la Tabla 43-3:

**Tabla 43-3:** Egresos anuales

<b>Detalles</b>	<b>Costo (\$)</b>
Servicios básicos	600,00
Recursos humanos para el proceso de manufactura	17040,00
Costo de elaboración de la yogurt por lote (800 unidades)	28475,52
<b>TOTAL</b>	<b>46115,52</b>

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

### 3.5.3 *Financiamiento*

La principal fuente de financiamiento para el presente proyecto será llevado a cabo por parte de los socios, que cubrirán el 75% del valor necesario para que se lleve a cabo la ejecución del proyecto y por ende de la producción de yogurt, el porcentaje restante tendrá que ser obtenido mediante gestión con el Gobierno Provincial de Sucumbíos e incluso con ayuda de BanEcuador



para llevar a cabo el desarrollo de emprendimientos, evitando de esta manera realizar un financiamiento privado, es decir un crédito bancario con altas tasas de interés.

Además, se tiene que, para los costos de inversión fija, así como de egresos, se contará con un porcentaje del 6% del monto, en caso de existir inconvenientes de algún tipo que afecten el proyecto como se puede ver a continuación en la Tabla 44-3.

**Tabla 44-3:** Costos totales de inversión fija y egresos

Descripción	Valor (\$)
Inversión fija	23905,30
Improvistos (6%)	25339,62
Egresos anuales (costos de producción)	46115,52
Improvistos (6%)	48882,45

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

### 3.5.3.1 Determinación de ingresos anuales

Los ingresos se refieren directamente con el precio que tendrá el producto para su venta por unidad al público, considerando el costo de producción de cada unidad, teniendo en cuenta que se dará una producción de 5 lotes por semana, ahora bien, cada lote contará con una producción de unidades de 2 litros y un litro. Además, se desea que el porcentaje de ganancia o de utilidades sea del 40%.

➤ Costo de producción por unidad de dos litros es el siguiente:

$$CP = \frac{\text{Inversión fija} + \text{egresos anuales}}{\text{numero unidades producidas} * \text{días producción mensual} * \text{meses}}$$

$$CP = \frac{23905,3 + 46115,52}{200 * 20 * 12}$$

$$CP = 1,46$$

➤ Costo de venta en la presentación de dos litros es el siguiente:

$$PVP = CP \left( \frac{100}{100 - U} \right)$$

Dónde:

PVP: Precio de venta al público

CP: Costo de producción; \$1,46

U: Utilidad deseada; 40%

$$PVP = \$1,46 \left( \frac{100}{100 - 40} \right)$$

$$PVP = \$2,43$$

➤ El costo de producción por unidad de un litro es el siguiente:

$$CP = \frac{\text{Inversión fija} + \text{egresos anuales}}{\text{numero unidades producidas} * \text{días producción mensual} * \text{meses}}$$

$$CP = \frac{23905,3 + 46115,52}{400 * 20 * 12}$$

$$CP = 0,73$$

➤ El costo de venta unitario en la presentación de un litro es el siguiente:

$$PVP = CP \left( \frac{100}{100 - U} \right)$$

Dónde:

PVP: Precio de venta al público

CP: Costo de producción; \$0,73

U: Utilidad deseada; 40%

$$PVP = \$0,73 \left( \frac{100}{100 - 40} \right)$$

$$PVP = \$1,22$$

Dicho precio será el que el consumidor deberá pagar por el producto. Por lo que se puede obtener el ingreso anual que produce el proyecto, como se puede observar en la siguiente Tabla 45-3.

**Tabla 45-3:** Ingresos anuales

<b>Ingresos anuales</b>				
<b>Costo de producción anual</b>	<b>Unidades producidas/lote</b>	<b>Costo de producción por unidad (\$)</b>	<b>PVP (\$)</b>	<b>Ingresos anuales (\$)</b>
<b>48882,45</b>	200 (2 Litros)	1,46	2,43	29175,34
<b>48882,45</b>	400 (1 Litro)	0,73	1,22	29175,34
<b>TOTAL</b>				<b>58350,68</b>

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

### 3.5.4 Cálculo de valor actual neto, tasa de retorno interno y periodo de recuperación

Los valores que se van a tener a continuación nos demostrarán si el proyecto es factible o no, y por lo tanto si es viable su implementación, todo esto mediante la realización del cálculo estadísticos como el valor actual neto (VAN), la tasa de retorno interno (TIR) y período de recuperación (PDR).

#### 3.5.4.1 Valor actual neto

Es un criterio de inversión en función del tiempo, el cual representa o refleja entre la diferencia entre el valor actual de los cobros menos el valor actualizado de los pagos, en otras palabras, es el valor esperado de todos los flujos de caja referido a un mismo momento del tiempo.

**Tabla 46-3:** VAN

Periodo inicial	Inversión inicial (Inv): \$23905,30			
0				
Periodos (años) j	Ingreso (\$)	Egreso (\$)	Flujo de caja (\$) F <sub>j</sub>	F <sub>j</sub> /(1+i) <sup>j</sup>
1	58350,68	48882,45	9468,23	8607,48
2	58350,68	48882,45	9468,23	7824,99
3	58350,68	48882,45	9468,23	7113,62
4	58350,68	48882,45	9468,23	6466,93
5	58350,68	48882,45	9468,23	5879,03
Tasa de descuento	i=10%	$VAN = -Inv + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j}$		<b>11986,75</b>

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

El Van se puede interpretar de la siguiente manera:

**VAN>0;** Que el proyecto o la empresa está generando beneficios.

**VAN=0;** -No existe una ganancia o pérdida, pero se pierde el tiempo,

**VAN<0;** Existe pérdidas en la empresa, además de pérdida de tiempo, por lo que debe ser rechazado.

Los cálculos realizados sobre la estimación del Valor Neto Actual (VAN) y sobre la Tasa Interna de Retorno (TIR) nos revelan la rentabilidad del proyecto de inversión para poder tomar decisiones acertadas sobre el costo y el dinero que se incluirá en el presente proyecto, por dicho motivo es posible determinar que en base a los costos estimados en la producción y el valor de

venta se obtiene un VAN con un TIR rentable calculado mediante Excel es del máximo del 15 % para que el proyecto se considere viable, ya que si tiene tasa de retorno mayor a este el proyecto no sería factible para el tiempo estimado de ganancias.

### 3.5.4.3 Periodo de Recuperación de la inversión

Se determina el tiempo en el cual se va a recuperar lo invertido inicialmente, y a que tiempo se verá las ganancias.

**Tabla 47-3** Periodo de recuperación de la inversión

Periodo(años)	Flujo de caja(\$)	Flujo acumulado(\$)
0	-23905,30	-23905,30
1	9468,23	-14437,07
2	9468,23	-4968,84
3	9468,23	4499,40
4	9468,23	13967,63
5	9468,23	23435,86

Realizado por: Gladys Rivera, 2019.

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

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

$$PDR = 2 + \frac{|-4968,84|}{9468,23}$$

$$PDR = 2,52 \text{ años}$$

$$PDR = 2 \text{ año } 6 \text{ meses } 9 \text{ días}$$

El tiempo de recuperación del dinero invertido es de 2 año, 6 meses y 9 días, este tiempo bajo a comparación de múltiples proyectos se debe a que la asociación al producir la leche no tiene que comprarla a diferencia de otras plantas lácteas por lo que el costo de la leche no se encuentra inmerso en el análisis de costo, ya que el principal objetivo del proyecto es brindar un valor agregado a la leche que no se llega a entregar a las plantas lácteas y muchas veces es desperdiciada.

Considerando que su capacidad de diseño esta propuesto para la obtención de 800 litros de yogurt, el mismo que a su vez será envasado en 200 frascos de 2 litros y 400 frascos de 1 litro, la cual se

genera un costo anual de 58350,68 dólares, teniendo en cuenta que el costo de producción por unidad de 2 litros es de \$1,46 entonces al tener una ganancia del 40% el precio de venta sugerido al público de \$2,43. Así como el costo de producción por unidad de 1 litro es de \$0,73 entonces al tener una ganancia del 40% el precio de venta sugerido al público de \$1,22.

### 3.6 Cronograma de ejecución del proyecto.

ACTIVIDAD	TIEMPO											
	Trimestre			Trimestre			Trimestre			Trimestre		
	1 mes	2 mes	3 mes	4 mes	5 mes	6 mes	7 mes	8 mes	9 Mes	10 mes	11 mes	12 mes
Revisión bibliográfica												
Elaboración anteproyecto												
Presentación y aprobación anteproyecto												
Identificar las caracterización físico-química y microbiológica de la materia prima												
Realizar el diseño del proceso de obtención de yogurt												
Determinar las variables y parámetros del proceso.												
Realizar los cálculos ingenieriles para el dimensionamiento de los equipos												
Validar el proceso mediante la norma NTE INEN 2395 para LECHES FERMENTADAS.												
Elaboración de borrador de tesis												
Corrección borrador de tesis												
Tipiado del trabajo final												
Empastado y presentación del trabajo final												
Auditoría académica												
Defensa del trabajo												

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para llevar a cabo el presente proyecto se partió mediante la realización de un muestreo de la materia prima proveniente del cantón Shushufindi, basado en la norma técnica NTE INEN-ISO 707, posteriormente la muestra se llevó a análisis físico-químico y microbiológico realizado en el Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos de Aguas y Alimentos, obteniendo resultados tales como: Densidad 1,021 g/mL, grasa 4,06%, acidez expresada como ácido láctico 0,16%, sólidos totales 12,02%, ceniza 0,64%, sólidos no grasos 6,4%, proteína 2,45%, con respecto a los análisis microbiológicos se tiene: células somáticas con prueba negativa y aerobios mesófilos 10000UFC/mL, como se puede ver en la Tabla 24-3. La leche al ser proveniente del oriente ecuatoriano tiende a cambiar en su composición debido a la alimentación que recibe el ganado, razón por la cual en la sierra existe mayor abundancia de prados por lo que mayor parte de producción de leche se ejerce en esta parte del Ecuador, como se puede notar en comparación con el estudio realizado por Verónica Telenchano en la planta láctea “San Carlitos” ubicado en el cantón Chambo los parámetros difieren como se puede ver a continuación esta materia prima contiene 3% de grasa; 0,63% de acidez titulable como ácidoláctico; 11,21% sólidos totales; 8,21% sólidos no grasos; 0,71% ceniza y 3,39% proteína, según los análisis microbiológicos contiene  $16 \times 10$  UFC/cm de aerobios mesófilos, en ambos casos a pesar de diferir en valores ambos estudios se encuentran dentro de norma NTE INEN 9:2015 LECHE CRUDA. REQUISITOS:

Mediante la realización de encuestas a 106 personas que actuaran como “jueces” y poniendo a sus disposición y degustación de diferentes sabores del yogurt obtenido se consideró producir el yogurt natural con código “N”, que mediante un análisis estadístico fue el que conto con mayor aceptabilidad tanto en sabor, olor y textura. A dicho yogurt posteriormente puede ser añadido saborizantes y colorantes artificiales para una mayor variación para el consumidor, la formulación para dicho yogurt consta de: 9,8 % de azúcar; 0,1% sorbato de potasio y en caso de requerir un yogurt con sabor se debe añadir 0,2% de saborizante y 0,1% de colorante. Según algunos autores se pueden añadir leche en polvo como insumo con finalidad de mejorar el contenido de sólidos no grasos en la materia prima, por el contrario, al contar con un porcentaje alto de este parámetro en la materia prima para el presente proyecto según los análisis de laboratorio realizado no hace falta añadir dicho insumo.

Una vez considerado el sabor del yogurt a ser producido, se efectuaron los cálculos ingenieriles pertinentes para el dimensionamiento de equipos, con base de cálculo para la producción de 800 litros de leche cruda 5 días a la semana de lunes a viernes, se dimensiono un tanque receptor de materia prima y una marmita de chaqueta con agitación el cual actuara como pasteurizador y

fermentador, a más se debe tener en cuenta que la asociación debe hacer una adquisición de una envasador semiautomática existente en el mercado para un mejor funcionamiento de la planta, a lo largo del proceso no existe perdidas de materia por lo cual se considera ser optimo ya que la mayor parte de la materia prima se convierte en yogurt.

El dimensionamiento consta de un tanque de recepción fabricado en acero inoxidable 304, con un filtrado a la entrada de leche con la finalidad de eliminar la presencia de cuerpos extraños que procedan ya sea del transporte o el ordeño de la leche proveniente del ganado del cual es propietario los socios que forman la asociación “Shushufindi” , las dimensiones que cuenta el tanque son: 0,92 m<sup>3</sup> de volumen con la finalidad de evitar que se produzcan derrames de leche; 0,5 de radio, altura de 1,17m y un área de 4,46m<sup>2</sup>. A su vez la marmita cuenta con un dimensionamiento de: 0,92 m<sup>3</sup> de volumen; 0,88 de diámetro, 1,5m de altura, al ser una marmita de chaqueta esta cuenta con una pared donde pasa el vapor con finalidad de pasteurizar la leche y el agua de enfriamiento para llegar a obtener la temperatura optima de fermentación que es de 45°C, el diámetro de dicho chaqueta es de 0,088m y por último se cuenta con un sistema de agitación para la homogenización y posteriormente el batido como etapa final del proceso cuyo elementos de composición cuenta con un dimensionamiento de: Longitud del brazo de 0,7m; distancia entre en fondo de la marmita y el rodete 0,264m; alto de paleta de 0,22m y un motor con potencia de 2HP.

Una vez obtenido el producto final se lo llevo a un análisis físico-químico y microbiológico para preceder a validar el proceso como el producto, los cuales se realizaron en el Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos de Aguas y Alimentos, obteniendo resultados tales como: Proteína 3,95%; Grasa 2,2% así como Coliformes Fecales y Escherichia Coli tienen resultado de ausencia como se puede observar en la Tabla 30-3. Referido a lo establecido en la norma NTE INEN 2395: 2011.LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS, reportando que ningún parámetro se encuentra fuera de los límites permisibles, por ende, se valida el proceso según los resultados obtenidos.

Mediante el dimensionamiento de los equipos, referencia bibliográfica y proformas se cotizó el precio de los mismos con volúmenes similares existentes en el mercado, teniendo que el costo de los mismos sería de 13750 dólares, se producirá 5 días a la semana de lunes a viernes, el lote por día será 800 litros de yogurt que a su vez se subdividen en 200 unidades de 2litros que será comercializado al público con un valor de \$2,43 y en 400 unidades de 1litro que pueden ser comercializados a un precio de \$1,22, en estos valores de venta se encuentran explicito los costos de adquisición de equipos, así como materiales necesarios para su elaboración y conservación, por otro lado los costos anteriormente mencionados tienen un margen de ganancia del 40% por costo de producción. Generando una ganancia anual de 58350,68. Teniendo en cuenta que estos



costos y ganancias se tiene un VAN positivo, indicando que es factible realizar el proyecto, por otro lado, el flujo de caja se puede tener el periodo de recuperación del dinero invertido el cual será de 2 año, 6 meses con 9 días.

## CONCLUSIONES

- Con la caracterización física-química y microbiológica a la leche cruda, se determinó que los parámetros según la norma NTE INEN 09:2015. LECHE CRUDA. REQUISITOS, se encuentra de los límites permisibles, por lo cual se considera la leche cruda como apta para la producción de yogurt.
- Se determinó las variables tales como: temperatura, tiempo, mismas que a lo largo del proceso de elaboración del yogurt fueron controladas, en las etapas como: Mezclado, pasteurizado, inoculación, incubación, fermentación, enfriado y batido; además que el pH es un parámetro que en el proceso de la fermentación se puede controlar, cuando la leche se acidifica más de lo normal según lo establecido por la Norma LECHE FERMENTADAS, mediante proceso haciendo la más básica.
- Con el diseño ingenieril para la elaboración de yogurt se obtuvo el tamaño de cada equipo que forma la línea de proceso, además se tuvo en cuenta el balance de masa que dio paso a la determinación que el rendimiento es óptimo para el proceso, dichos equipos se encuentran conformados por un tanque de recepción con una capacidad de 0,92 m<sup>3</sup> y una marmita de chaqueta con una capacidad de 0,92 m<sup>3</sup> a más de un sistema agitación de 4 paletas y con un motor de potencia de 2HP. Los equipos diseñados serán elaborados en acero inoxidable 304a.
- Mediante la realización de una encuesta a personas que actuaron como jueces y mediante la tabulación de datos de las mismas se determinó que el yogurt con código “N” (Natural) obtuvo mejor aceptabilidad teniendo en cuenta su sabor, olor, consistencia y color, obteniendo mejores porcentajes a comparación de los demás.
- Los resultados obtenidos mediante un análisis físico-químico y microbiológico del yogurt ha evidenciado que el producto cumple con la normativa NTE INEN 2395:2011. LECHE FERMENTADAS. REQUISITOS. Validando así el proceso de la elaboración de yogurt por la asociación de ganaderos “Shushufindi” el mismo que será apto para el consumo humano.

## RECOMENDACIONES

- Con finalidad de obtener un producto de calidad y libre de contaminantes, es necesario ejercer un sistema de buenas prácticas de manufactura por parte de los operadores, obteniendo un producto alimenticio idóneo para el consumo humano.
- Para asegurar la inocuidad de la materia prima (leche cruda) se debe realizar los análisis pertinentes a la misma, así como la prueba de antibióticos para determinar que la leche no se encuentre con residuos de antibióticos o que estén dentro de los límites establecidos por la norma INEN LECHE CRUDA, además de tener presente que los insumos cuenten con la garantía de calidad antes de ser adicionado en el proceso de elaboración del yogurt.
- Se debe considerar con el paso del tiempo realizar una automatización al proceso, lo que ocasionara disminución de tiempo de producción por lote, así como la optimización del recurso humano, en el presente proyecto no se ha planteado la automatización en vista de su alto costo.
- Mediante la aplicación de encuestas se obtuvo como resultado que el sabor que más gusto es el natural, pero se puede efectuar la adición de colorantes y saborizantes para dar variación de sabores a elección del consumidor final.

## BIBLIOGRAFÍA


- **AGUDELO, A. Y BEDOYA, A.** “Composición nutricional de la leche de ganado vacuno”. *Revista Lasallista de Investigación.*, vol. 2, nº 1 (2005), (Colombia), pp.38-42.
- **ALZATE, M.** *Aprovechamiento de residuos agroindustriales para mejorar la calidad sensorial y nutricional de productos avícolas.* [En línea]. 2012. [Consulta: 30 de marzo 2018]. Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/pl/article/view/111/57>
- **ANSO, SONIA Y BARGE, ELENA.** *Estudio teórico experimental de la agitación.* Zaragoza España: Universidad de Zaragoza, 2017.
- **ARÉVALO, M.** *Elaboración de yogur a base de bacterias probióticas, prebióticos y vitamina a en la planta piloto de lácteos de la Universidad de Cuenca,* [En línea] (Tesis). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas. Cuenca - Ecuador. 2015. p. 15. [Consulta: 30 de marzo 2018]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21946/1/TESIS.pdf>
- **BAUMA, GUILLERMO & LONGO, EMILIANO.** *El yogurt un Alimento Esencial.* [En línea]. Rosario – Argentina, 2007, p.1. [Consulta: 30 de marzo 2018]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos38/yogurt/yogurt.shtml>
- **CAISAGUANO, RUTH.** *Diseño de un sistema de costos por procesos para medir la rentabilidad en la planta láctea de la asociación de mujeres de Fátima.* . (Trabajo de Titulación). Universidad Regional Autónoma de los Andes, Facultad de Sistemas Mercantiles. Ambato. 2016. p. 129,
- **CAJAS, F.** *Diseño de una planta piloto para la industrialización de Stevia en la comunidad Cueva de los Monos, cantón Sacha, provincia de Orellana.* [En línea]. (Tesis). Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador, 2011, pp. 30-35. [Consulta: 15 abril 2018]Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4379/1/cd-3987.pdf>

- **GAMBELLI, L. & Manzi, P.** Los constituyentes de la importancia nutricional de los productos lácteos fermentados comercializados en Italia. *Química de Alimentos*. Italia. 1999, pp.353-358.
- **GARAVITO, JULIO.** *Diseño antropométrico de puestos de trabajo protocolo*. Escuela Colombiana de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Industrial, Colombia. 2009.
- **GAVIRIA.** *Influencia de la acidez del yogurt* [En línea]. 1980. [Consulta: 15 abril 2018]. Disponible en: <http://repositorio.unajma.edu.pe/bitstream/handle/123456789/211/17-2015-EPIA-Mendoza Nieve-INFLUENCIA DE LA ACIDEZ DEL YOGURT Y LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- **HERNÁNDEZ, H. & SOLÓRZANO, R.** *Elaboración de productos Lácteos* [En línea]. Ministerio para la Economía Popular. Instituto Nacional de Cooperación Educativa. República Bolivariana de Venezuela, 2005, p.33. [Consulta: 15 abril 2018]. Disponible en:  
[http://www.inces.gob.ve/wrappers/AutoServicios/Aplicaciones\\_Intranet/Material\\_Formacion/pdf/ALIMENTACION/ELABORADOR%20DE%20PRODUCTOS%20LACTEOS%2021412125/CUADERNOS/ELABORACION%20DE%20PRODUCTOS%20LACTEO](http://www.inces.gob.ve/wrappers/AutoServicios/Aplicaciones_Intranet/Material_Formacion/pdf/ALIMENTACION/ELABORADOR%20DE%20PRODUCTOS%20LACTEOS%2021412125/CUADERNOS/ELABORACION%20DE%20PRODUCTOS%20LACTEO)
- **JUARÉZ, MIGUEL; et al.** *Buenas prácticas de manufactura en la elaboración de productos lácteos* Guatemala: La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2011. p. 28.
- **MILIAN, G.** *Empleo de probióticos a base de Bacillus sp y sus endosporas en la producción avícola*. Instituto de Ciencia Animal. Apartado Postal 24. San José de las Lajas - La Habana, 2005, p.16. [Consulta: 20 marzo 2018]. Disponible en: <http://www.bibliociencias.cu/gsd1/collect/libros/index/assoc/HASH01b8.dir/doc.pdf>.
- **NTE INEN 9.** *Leche Cruda. Requisitos*. Quito-Ecuador.2015.
- **NTE INEN 2395.** *Leches Fermentadas. Requisitos*. Quito-Ecuador.2011.

- **PINZÓN, F.** *Montaje de una planta piloto para la producción y comercialización de leche pasteurizada en empaque biodegradable en la meseta de Popayán.* [En línea]. (Tesis). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa de Zootecnia. Popayán- Colombia. 2006. p.25. [Consulta: 20 marzo 2018]. Disponible en: [https://images.engormix.com/s\\_articles/Pinzon\\_leche\\_bacterias.PDF](https://images.engormix.com/s_articles/Pinzon_leche_bacterias.PDF)
- **TELENCHANO, V.** *Diseño de un proceso industrial para la elaboración de yogurt en la microempresa láctea “San Carlitos”.* (Tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Lácteos. Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, Riobamba-Ecuador, 2018.
- **UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA,** *Definición, composición, estructura y propiedades de la Leche,* [en línea]. Bogotá - Colombia. Escuela de Ciencias Básicas. Tecnología de Lácteos, 2016, pp 3-5. [Consulta: 20 marzo 2018]. Disponible en: [http://infolactea.com/wpcontent/uploads/2016/01/301105\\_LECTURA\\_Revision\\_de\\_Pr esaberes.pdf](http://infolactea.com/wpcontent/uploads/2016/01/301105_LECTURA_Revision_de_Pr esaberes.pdf)
- **WARREN, JULIAN Y PETER, H.** *Operaciones Unitarias en ingeniería Química.* Vol. 4. Madrid: McGraw-Hill, 1998.

## ANEXOS


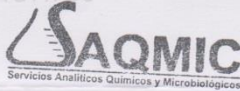
### Anexo A. Análisis Físicoquímico y Microbiológico de la leche cruda



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos  
en Aguas y Alimentos

## EXAMEN BROMATOLOGICO DE ALIMENTOS

**CÓDIGO 293-18**

<b>CLIENTE:</b> Srta. Vanessa Rivera		
<b>DIRECCIÓN:</b> Ciudadela Los Olivos		<b>TELÉFONO:</b> 0989956323
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Leche Cruda		
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 08 de noviembre del 2018		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 08 de noviembre del 2018		
<b>EXAMEN FISICO</b>		
COLOR: Blanco		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal , libre de material extraño		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Densidad g/ml	NTE INEN 11	1.021
Grasa %	NTE INEN 12	4.07
Acidez expresado como ácido láctico %	NTE INEN 13	0.16
Sólidos Totales %	NTE INEN 14	12.02
Ceniza %	NTE INEN 14	0.64
Sólidos no grasos %	-	6.40
Proteína %	NTE INEN 16	2.45
Células somáticas/ml	Test de California	Prueba negativa < 4 x 10 <sup>5</sup>
<b>OBSERVACIONES:</b>		
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 08 de noviembre del 2018		
<b>FECHA DE ENTREGA :</b> 23 de noviembre de 2018		
<b>RESPONSABLE:</b>		
		
 <p>Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos</p>		
<b>Dra. Gina Álvarez R.</b>		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		
*Las muestras son receptados en laboratorio.		

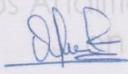
Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes  
Contáctanos: 0998580374 - 032 942 322  
Riobamba - Ecuador



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos  
en Aguas y Alimentos

### EXAMEN MICROBIOLÓGICO

CÓDIGO: 293-18

<b>CLIENTE:</b> Srta. Vanessa Rivera			
<b>DIRECCIÓN:</b> Cda. Los Olivos		<b>TELÉFONO:</b> 0989956323	
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Leche cruda			
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 08 de noviembre del 2018			
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 08 de noviembre del 2018			
<b>EXAMEN FÍSICO</b>			
COLOR: Blanco característico			
OLOR: agradable característico			
ASPECTO: normal sin elementos extraños			
<b>EXAMEN MICROBIOLÓGICO</b>			
PARAMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO
Aerobios mesófilos	UFC/mL	Siembra en masa	10000
<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 23 de noviembre de 2018			
<b>RESPONSABLE:</b>			
 SAQMIC Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos			
<b>Dra. Gina Álvarez R.</b>			
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.			

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes  
Contactanos: 0998580374 - 032 942 322  
Riobamba - Ecuador



## Anexo B. Análisis físico-químico y microbiológico del yogurt



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos  
en Aguas y Alimentos

### EXAMEN BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO: 64-19

CLIENTE: Vanessa Rivera

TIPO DE MUESTRA: Yogurt

FECHA DE RECEPCIÓN: 20 de febrero del 2019

FECHA DE MUESTREO: 20 de febrero del 2019

#### EXAMEN FÍSICO

COLOR: Blanco

OLOR: Característico

ASPECTO: Homogéneo libre de material extraño

#### EXAMEN QUÍMICO

DETERMINACION	UNIDADES	METODO	RESULTADO
Proteína	%	INEN 1670	3.95
Grasa	%	INEN 523	2.2
Coliformes Totales	UFC/g	Siembra en masa	AUSENCIA
Escherichia Coli	UFC/g	Siembra en masa	AUSENCIA

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.



El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

**Anexo C. Modelo de encuesta**

**PRUEBA DE ACEPTACIÓN**

**Nombre:**.....**Edad:**.....**Fecha:**.....

**PRODUCT:** Yogurt

**INDICACIONES**

Por favor en el siguiente orden consumir las muestras propuestas y marcar con una X la casilla de la muestra con el código que más le gusto.

1. *Muestra: N* .....
2. *Muestra: M* .....
3. *Muestra: D* .....
4. *Muestra: F* .....
5. *Muestra: G* .....

De la muestra que usted consideró de mayor agrado, exprese su criterio en la tabla siguiente:

Sensaciones	ME GUSTA					NI ME GUSTA, NI ME DISGUSTA					NO ME GUSTA				
	N	M	D	F	G	N	M	D	F	G	N	M	D	F	G
<b>SABOR</b>															
<b>OLOR</b>															
<b>CONSISTENCIA</b>															
<b>TEXTURA</b>															

Comentario:.....  
 .....  
 .....

**Gracias por su ayuda**

**Anexo D. Norma INEN 9:2015**



Quito – Ecuador

**NORMA  
TÉCNICA  
ECUATORIANA**

**NTE INEN 9**  
Sexta revisión

**LECHE CRUDA. REQUISITOS**

RAW MILK. REQUIREMENTS

Norma Técnica Ecuatoriana	<b>LECHE CRUDA. REQUISITOS</b>	<b>NTE INEN 9:2015 Sexta revisión</b>
---------------------------------	--------------------------------	---

## 0. INTRODUCCIÓN

La leche constituye una fuente importante de nutrientes para la población, sin embargo por su composición constituye un medio propicio para el desarrollo de microorganismos patógenos. Además las actividades de ordeño, almacenamiento y transporte, implican riesgos de contaminación por contacto con el hombre o el entorno y por ende la proliferación de patógenos endógeno. La leche también puede estar contaminada por residuos de medicamentos veterinarios, de plaguicidas o de otros contaminantes químicos, por consiguiente, la aplicación de medidas adecuadas de control de la sanidad de la leche, como las recomendaciones dadas en el CPE INEN CODEX 57, capítulo 3, y las buenas prácticas pecuarias de producción de leche, son esenciales para garantizar su inocuidad y calidad para el uso al que se destinen.

## 1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos de la leche cruda de vaca, destinada al procesamiento.

## 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos en este documento y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 11, *Leche. Determinación de la densidad relativa*

NTE INEN 13, *Leche. Determinación de la acidez titulable*

NTE INEN 14, *Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas*

NTE INEN 16, *Leche y productos lácteos. Determinación de contenido de nitrógeno. Método Kjeldahl*

NTE INEN 18, *Leche. Ensayos de reductasas*

NTE INEN 1500, *Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad*

NTE INEN 1529-5, *Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos*

NTE INEN 1529-14, *Control microbiológico de los alimentos. Staphylococcus aureus. Recuento en placa de siembra por extensión en superficie*

NTE INEN 2401, *Leche. Determinación de suero de quesería en leche fluida y en polvo. Método de cromatografía líquida de alta eficiencia*

NTE INEN-ISO 707, *Leche y productos lácteos. Directrices para la toma de muestras*

NTE INEN-ISO 2446, *Leche. Determinación del contenido de grasa*

NTE INEN 9

NTE INEN-ISO 5764, *Leche. Determinación del punto de congelación. Termistor método crioscópico (Método de referencia)*

NTE INEN-ISO 14674, *Leche y leche en polvo. Determinación del contenido de aflatoxina M1. Purificación mediante cromatografía de inmunoafinidad y cromatografía de capa fina*

NTE INEN-ISO 21528-2, *Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal. Métodos horizontales para la detección y enumeración de enterobacterias. Parte 2: Método de recuento de colonias*

NTE INEN CODEX CAC/MRL 1, *Lista de Límites Máximos para Residuos de Plaguicidas*

NTE INEN CODEX CAC/MRL 2, *Límites Máximos para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos*

ETE INEN-ISO/TS 6733, *Leche y productos lácteos. Determinación del contenido de plomo. Método de espectrometría de absorción atómica en horno de grafito*

ISO 13366-1:2008 (IDF 148-1:2008), *Leche – Enumeración de células somáticas - Parte 1: Método microscópico (Método de referencia)*

### 3. TERMINOS Y DEFINICIONES

Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

**3.1 Leche:** Producto de la secreción normal de las glándulas mamarias de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción.

**3.2 Leche cruda:** Leche que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento (es decir que la temperatura no haya superado la de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre - no más de 40°C) o no haya sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición.

### 4. REQUISITOS

#### 4.1 Requisitos generales

4.1.1 La leche cruda debe presentar un aspecto normal, libre de calostro y sangre.

4.1.2 La leche cruda se obtendrá de vacas libres de enfermedades infecto-contagiosas.

4.1.3 Después del ordeño, la leche cruda debe ser enfriada a una temperatura de  $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  con agitación constante. En el caso que no contar con un sistema de refrigeración la leche se debe transportar a la planta procesadora o centro de acopio en un período inferior a tres horas.

4.1.4 La leche cruda no debe tener residuos de plaguicidas en cantidades superiores al máximo permitido en la NTE INEN CODEX CAC/MRL 1.

4.1.5 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios para la leche serán los establecidos en la NTE INEN CODEX CAC/MRL 2.

#### 4.2 Requisitos específicos

##### 4.2.1 Requisitos organolépticos

4.2.1.1 **Color.** Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.

NTE INEN 9

4.2.1.2 *Olor*. Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.

4.2.1.3 *Aspecto*. Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

#### 4.3 Requisitos físicos y químicos

La leche cruda, debe cumplir con los requisitos físico-químicos que se indican en la tabla 1.

**Tabla 1. Requisitos físico-químicos para la leche cruda**

Requisitos	Unidad	mín.	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	% <sup>1</sup>	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 (punto crioscópico)	°C	-0,536	-0,512	NTE INEN-ISO 5764
Proteínas (N*6,38)	%	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)**	h	4	-	NTE INEN 18
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasteurización, no se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en masa o 75 % en volumen.  Para la leche destinada a ultra pasteurización, no se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en masa o 78 % en volumen.			NTE INEN 1500
Presencia de conservantes <sup>2</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes <sup>3</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes <sup>4</sup>	-	Negativo		NTE INEN 1500 NTE INEN 2401
* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa.				
** Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento				
<sup>1</sup> Corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje				
<sup>2</sup> Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio y dióxido de cloro.				
<sup>3</sup> Neutralizantes: orina bovina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.				
<sup>4</sup> Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, suero de leche, grasas vegetales.				

**4.4 Contaminantes.** El límite máximo permitido para contaminantes se indica en la tabla 2.

**Tabla 2. Límites máximos para contaminantes**

Requisito	Unidad	Límite máximo (LM)	Método de ensayo
Plomo	mg/kg	0,02	ETE INEN-ISO/TS 6733
Aflatoxina M1	µg/kg	0,5	NTE INEN-ISO 14674

**4.5 Requisitos microbiológicos.** La leche cruda debe cumplir con los requisitos especificados en la tabla 3.

**Tabla 3. Requisitos microbiológicos para la leche cruda**

Microorganismo	Caso	<i>n</i>	<i>c</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	Método de ensayo
Recuento de colonias aerobias	2 <sup>a</sup>	5	2	2x10 <sup>4</sup>	5x10 <sup>4</sup>	NTE INEN 1529-5
Enterobacteriaceae (UFC/g)	6 <sup>b</sup>	5	1	10	10 <sup>2</sup>	NTE INEN-ISO 21528-2
<i>S. aureus</i>	7 <sup>c</sup>	5	2	10	10 <sup>2</sup>	NTE INEN 1529-14
Recuento de células somáticas/mL	< 5 x 10 <sup>5</sup>					ISO 13366-1
<i>n</i> número de muestras a analizar <i>m</i> límite de aceptación <i>M</i> límite superando el cual se rechaza <i>c</i> número máximo de muestras admisibles con resultados entre <i>m</i> y <i>M</i> .						
<sup>a</sup> Caso 2. Utilidad: contaminación general, vida útil reducida en percha, deterioro incipiente. <sup>b</sup> Caso 6. Indicador: riesgo bajo e indirecto. <sup>c</sup> Caso 7. Riesgo moderado: directo, propagación limitada						

**4.6 Requisitos complementarios.** La leche debe recolectarse, almacenarse y transportarse en recipientes que eviten la introducción de contaminantes, de fácil limpieza y desinfección y sean de uso exclusivo para leche. Por ejemplo: envases metálicos de aluminio o acero inoxidable y plásticos de calidad alimentaria, con tapa de ajuste hermético o en camiones con sistemas isotérmicas de acero inoxidable, construido de manera tal que asegure su fácil limpieza y desinfección. Los envases o cisternas deben mantenerse en buen estado físico e higiénico.

## 5. INSPECCIÓN

**5.1 Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 707.

**5.2 Aceptación o rechazo.** Se acepta el producto si cumple con los requisitos indicados en esta norma, caso contrario se rechaza.

## APÉNDICE Z

### BIBLIOGRAFÍA

NA 0063:2009 *Leche cruda. Requisitos.*

NTP 202.001:2003 *Leche y productos lácteos. Leche cruda. Requisitos.*

COVENIN 903:1993 *Leche pasteurizada.*

NTC 506:1993. *Productos lácteos. Leche entera Pasteurizada.*

NTE INEN-CODEX 193:2013 *Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos*

CPE INEN CODEX 57, *Higiene para la leche y los productos lácteos*

United States Department of Agriculture Milk for Manufacturing Purposes and its Production and Processing Recommended Requirements Effective. September 1, 2005.

International Comision on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). 2005. *Microorganisms in foods 6. Microbial Ecology of food commodities.* Segunda Edición. Estados Unidos. Pág. 643-657.

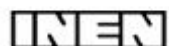
International Comision on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). 2002. *Microorganisms in foods 7. Microbiological testing in food safety management.* Estados Unidos. Pág. 162-164.

International Comision on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). 2011. *Microorganisms in foods 8. Use of data assessing process control and product acceptance.* Segunda Edición. Pág. 135-138.

Martínez, E., et al. 1999. *Dinámica del sistema lechero mexicano en el marco regional y global.* Primera edición. [visto 2014-12-20]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=pZLbomndQPkC&pg=PA367&lpg=PA367&dq=%C2%B0H+pu+nto+crioscopico&source=bl&ots=4\\_NbtEVf0D&sig=49apZWXfsPwgmKy7WipSYKCngMI&hl=es-419&sa=X&ei=jxMcVYzfEoOnggTEtoGYBA&ved=0CckQ6AEwAg#v=onepage&q=%C2%B0H%20pu+nto%20crioscopico&f=true](https://books.google.com.ec/books?id=pZLbomndQPkC&pg=PA367&lpg=PA367&dq=%C2%B0H+pu+nto+crioscopico&source=bl&ots=4_NbtEVf0D&sig=49apZWXfsPwgmKy7WipSYKCngMI&hl=es-419&sa=X&ei=jxMcVYzfEoOnggTEtoGYBA&ved=0CckQ6AEwAg#v=onepage&q=%C2%B0H%20pu+nto%20crioscopico&f=true). Pág. 363-367.

Munguía, J. 2010. *Manual de procedimientos para análisis de calidad de la leche.* [visto 2015-01-10]. Disponible en: <http://www.cuentadelmilenio.org.ni/cedoc/02negrural/02%20Conglomerado%20Pecuario/05%20Manuales%20Manual%20de%20Procedimientos%20para%20Análisis%20de%20calidad%20de%20la%20Leche.pdf>. Pág. 7-36





## INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 2395:2011**  
**Segunda revisión**

---

### **LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS.**

**Primera Edición**

FERMENTE MILKS. REQUIREMENTS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos procesados, leches fermentadas, requisitos.  
AL 03.01-442  
CDU: 637.146  
CIU: 3112  
ICS: 67.100.01

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS	NTE INEN 2395:2011 Segunda revisión 2011-07
<p style="text-align: center;"><b>1. OBJETO</b></p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las leches fermentadas, destinadas al consumo directo.</p> <p style="text-align: center;"><b>2. ALCANCE</b></p> <p>2.1 Esta norma se aplica a las leches fermentadas naturales: yogur, kéfir, kumis, leche cultivada o acidificada; leches fermentadas con ingredientes y leches fermentadas tratadas térmicamente.</p> <p>2.2 No se aplican a las bebidas de leches fermentadas</p> <p style="text-align: center;"><b>3. DEFINICIONES</b></p> <p>3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p><b>3.1.1 Leche Fermentada natural.</b> Es el producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, elaborado a partir de la leche por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoeléctrica). Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de vencimiento. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables. Comprende todos los productos naturales, incluida la leche fermentada líquida, la leche acidificada y la leche cultivada y al yogur natural, sin aromas ni colorantes.</p> <p><b>3.1.2 Producto natural.</b> Es el producto que no está aromatizado, no contiene frutas, hortalizas u otros ingredientes que no sean lácteos, ni está mezclado con otros ingredientes que no sean lácteos.</p> <p><b>3.1.3 Yogur.</b> Es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> y <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias benéficas que por su actividad le confieren las características al producto terminado; estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto. Puede ser adicionado o no de los ingredientes y aditivos indicados en esta norma.</p> <p><b>3.1.4 Kéfir.</b> Es una leche fermentada con cultivos ácido lácticos elaborados con granos de kéfir, <i>Lactobacillus</i> kéfir, especies de géneros <i>Leuconostoc</i>, <i>Lactococcus</i> y <i>Acetobacter</i> con producción de ácido láctico, etanol y dióxido de carbono. Los granos de kéfir están constituidos por levaduras fermentadoras de lactosa (<i>Kluyveromyces marxianus</i>) y levaduras no fermentadoras de lactosa (<i>Saccharomyces omnisporus</i>, <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y <i>Saccharomyces exiguus</i>), <i>Lactobacillus casei</i>, <i>Bifidobacterium</i> sp y <i>Streptococcus salivarius</i> subs. <i>Thermophilus</i>, por cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.</p> <p><b>3.1.5 Kumis.</b> Es una leche fermentada con <i>Lactococcus Lactis</i> subsp <i>cremoris</i> y <i>Lactococcus Lactis</i> subsp <i>lactis</i>, los cuales deben ser viables y activos en el producto hasta el final de su vida útil, con producción de alcohol y ácido láctico.</p> <p><b>3.1.6 Leche cultivada, o acidificada.</b> Es una leche fermentada por la acción de <i>Lactobacillus acidophilus</i> (leche acidificada) o <i>Bifidobacterium</i> sp., u otros cultivos lácticos inoocuos apropiados, los cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.</p> <p><b>3.1.7 Leche fermentada tratada térmicamente.</b> Es el producto definido en el numeral 3.1.1 y 3.1.9, que ha sido sometido a tratamiento térmico, después de la fermentación. Los cultivos de microorganismos no serán viables ni activos en el producto final.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos procesados, leches fermentadas, requisitos</p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3989 – Baquerizo Moreno EB-29 y Almagro – Cuito-Ecuador – Prohibida la reproducción

**3.1.8 Leche fermentada con ingredientes.** Son productos lácteos compuestos, que contienen un máximo del 30 % (m/m) de ingredientes no lácteos (tales como edulcorantes, frutas y verduras así como jugos, purés, pastas, preparados y conservantes derivados de los mismos, cereales, miel, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos) y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o luego de la fermentación.

**3.1.9 Leche fermentada concentrada.** Es una leche fermentada cuya proteína ha sido aumentada antes o luego de la fermentación a un mínimo del 5,6%. Las leches fermentadas concentradas incluyen productos tradicionales tales como Stragisto (yogur colado), Labneh, Ymer e Ylette.

**3.1.10 Leche fermentada adicionada con microorganismos probióticos.** Es el producto definido en el numeral 3.1.1 al cual se le han adicionado bacteria vivas benéficas, que al ser ingeridas favorecen la microflora intestinal.

**3.1.11 Microorganismo probiótico.** Microorganismo vivo, que suministrado en la dieta e ingerido en cantidad suficiente ejerce un efecto benéfico sobre la salud, más allá de los efectos nutricionales.

#### 4. CLASIFICACIÓN

**4.1** De acuerdo a sus características las leches fermentadas, se clasifican de la siguiente manera:

**4.1.1** Según el contenido de grasa en:

- a) Entera.
- b) Semidescremada (parcialmente descremada).
- c) Descremada.

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

- a) Natural,
- b) Con ingredientes,

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

- a) Batido,
- b) Coagulado o aflanado,
- c) Tratado térmicamente
- d) Concentrado,
- e) Deslactosado.

**4.1.4** De acuerdo al contenido de etanol, el Kéfir se clasifica en:

- a) suave
- b) fuerte

#### 5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

**5.1** La leche que se utilice para la elaboración de leches fermentadas debe cumplir con la NTE INEN 09, y posteriormente ser pasteurizada (ver NTE INEN 10) o esterilizada (ver NTE INEN 701) y debe manipularse en condiciones sanitarias según el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.

(Continúa)

**5.2** Se permite el uso de otras leches diferentes a las de vaca, siempre que en la etiqueta se declare de que mamífero procede.

**5.3** Las leches fermentadas, deben presentar aspecto homogéneo, el sabor y olor deben ser característicos del producto fresco, sin materias extrañas, de color blanco cremoso u otro propio, resultante del color de la fruta o colorante natural añadido, de consistencia pastosa; textura lisa y uniforme.

**5.4** A las leches fermentadas pueden agregarse, durante el proceso de fabricación, crema previamente pasteurizada, leche en polvo, leche evaporada, grasa láctea anhidra y proteínas lácteas.

**5.5** Los residuos de medicamentos veterinarios y sus metabolitos no deben superar los límites establecidos por el Codex Alimentario CAC/LMR 2 en su última edición.

**5.6** Los residuos de plaguicidas, pesticidas y sus metabolitos, no deben superar los límites establecidos por el Codex Alimentario CAC/LMR 1 en su última edición.

**5.7** Se permite el uso de vitaminas, minerales y otros nutrientes específicos, de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1334-2.

## 6. REQUISITOS

### 6.1 Requisitos específicos

**6.1.1** A las leches fermentadas podrán añadirse: azúcares o edulcorantes permitidos, frutas frescas enteras o en trozos, pulpa de frutas, frutas secas y otros preparados a base de frutas. El contenido de fruta adicionada no debe ser inferior al 5 % (m/m) en el producto final.

**6.1.2** Se permite la adición de otros ingredientes como: hortalizas, miel, chocolate, cacao, coco, café, cereales, especias y otros ingredientes naturales. Cuando se utiliza café el contenido máximo de cafeína será de 200 mg/kg, en el producto final. El peso total de las sustancias no lácteas agregadas a las leches fermentadas no será superior al 30% del peso total del producto.

**6.1.3** La leche fermentada con frutas u hortalizas, al realizar el análisis histológico deben presentar las características propias de la fruta u hortaliza adicionada.

**6.1.4** Las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con lo establecido en la tabla 1.

**TABLA 1. 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	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	NTE INEN 379
En kéfir fuerte	--	3,0	--	3,0	--	3,0	
Kumis	0,5	---	0,5	---	0,5	---	
Presencia de adulterantes <sup>1)</sup>	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Grasa Vegetal	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 2401

<sup>1)</sup> Expresado como ácido láctico

<sup>1)</sup> Adulterantes: Harina y almidones (excepto los almidones modificados) soluciones salinas, suero de leche, grasas vegetales.

**6.1.5** Las leches fermentadas deben cumplir con los requisitos del contenido mínimo del cultivo del microorganismo específico (*Lactobacillus delbruekii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*; *Lactobacillus acidophilus*, según sea el caso), y de bacterias prebióticas, hasta la fecha de vencimiento, de acuerdo con lo indicado en la tabla 2.

**TABLA 2. Cantidad de microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación**

PRODUCTO	Yogur, kumis, kéfir, leche cultivada, leches fermentadas con ingredientes y leche fermentada concentrada Mínimo	kéfir y kumis Mínimo
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido para cada producto	10 <sup>7</sup> UFC/g	
Bacterias probióticas	10 <sup>8</sup> UFC/g	
Levaduras		10 <sup>4</sup> UFC/g

#### 6.1.6 Requisitos microbiológicos

**6.1.6.1** Al análisis microbiológico correspondiente las leches fermentadas deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas.

**6.1.6.2** Las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3.

**TABLA 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 <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-10

En donde:

n = Número de muestras a examinar.

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

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

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

**6.1.6.3** Cuando se analicen muestras individuales se tomaran como valores máximos los expresados en la columna m.

**6.1.6.4** Las leches fermentadas tratadas térmicamente y envasadas asépticamente deben demostrar esterilidad comercial de acuerdo a NTE INEN 2335

**6.1.7 Aditivos.** Se permite el uso de los aditivos establecidos en la NTE INEN 2074 para estos productos

**6.1.8 Contaminantes.** El límite máximo de contaminantes no deben superar los límites establecidos por el Codex Stan 193-1995

#### 6.2 Requisitos complementarios

**6.2.1** Las leches fermentadas, siempre que no se hayan sometido al proceso de esterilización, deben mantenerse en refrigeración durante toda su vida útil.

(Continúa)

**6.2.2** Las unidades de comercialización de este producto debe cumplir con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

## **7. INSPECCIÓN**

**7.1 Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 04.

**7.2 Aceptación o rechazo.** Se acepta el lote si cumple con los requisitos establecidos en esta norma; caso contrario se rechaza.

## **8. ENVASADO Y EMBALADO**

**8.1** Las leches fermentadas deben expendirse en envases asépticos, y herméticamente cerrados, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

**8.2** Las leches fermentadas deben acondicionarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas del mismo.

**8.3** El embalaje debe hacerse en condiciones que mantenga las características del producto y aseguren su inocuidad durante el almacenamiento, transporte y expendio.

## **9. ROTULADO**

**9.1** El Rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en el RTE INEN 022

*(Continúa)*

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 4	<i>Leche y productos lácteos. Muestreo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9	<i>Leche cruda. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 10	<i>Leche pasteurizada. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 12	<i>Leche. Determinación del contenido de grasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 13	<i>Leche. Determinación de la acidez titulable.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 16	<i>Leche. Determinación de la proteína</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 19	<i>Leche. Ensayo de fosfatasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 379	<i>Conservas vegetales. Determinación de alcohol etílico.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 701	<i>Leche larga vida. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2	<i>Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1500	<i>Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica del recuento de colonias.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-8	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y escherichia coli.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de mohos y levaduras viables.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2335	<i>Leche larga vida. Método para control de la esterilidad comercial</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2401	<i>Leche determinación de suero de quesería en leche fluida y en polvo. Método de cromatografía líquida de alta eficacia.</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados</i>
<i>Ley 2007-76</i>	<i>del Sistema Ecuatoriano de la Calidad. Publicado en el Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22.</i>
Decreto Ejecutivo 3253	<i>Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002</i>
Codex Alimentarius CAC/MRL 1	<i>Lista de límites máximos para residuos de plaguicidas en los alimentos.</i>
Codex Alimentarius CAC/MRL 2	<i>Lista de límites máximos para residuos de medicamentos veterinarios.</i>
<i>Codex Stan 193-1995 Norma General del Codex para los contaminantes y toxinas presentes en los alimentos.</i>	

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Andina. NA 078:2009	<i>Leches fermentadas. Requisitos. Comunidad Andina, Lima 2009</i>
Norma Técnica Colombiana NCT 805	<i>Productos Lácteos. Leches Fermentadas. Bogotá 2000.</i>
Programa Conjunto FAO – OMS	<i>Norma del Codex para leches fermentadas. Codex Stan 243-2003. Adoptado 2003. Revisión 2008, 2010</i>

*(Continúa)*

**Anexo F. Realización de la encuesta y degustación del yogurt**

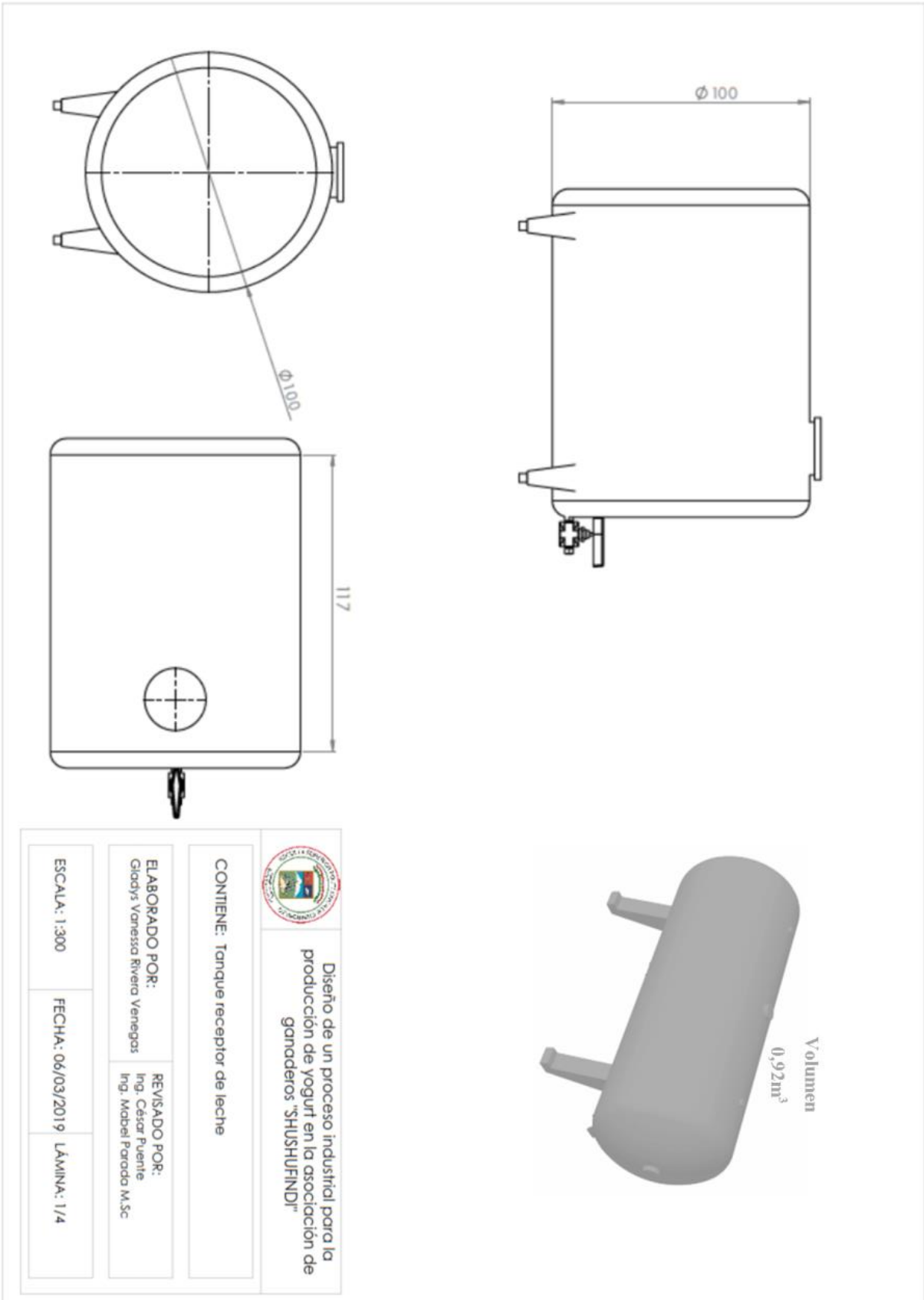




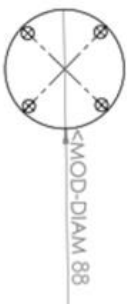
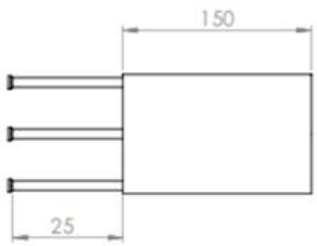
Anexo G. Proceso de elaboración del yogurt.



## Anexo H. Planos



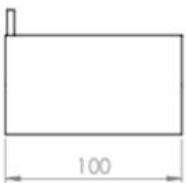
Chaqueta



Vista Frontal

Vista Inferior

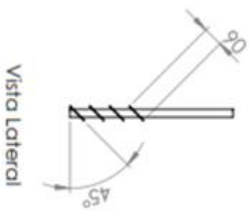
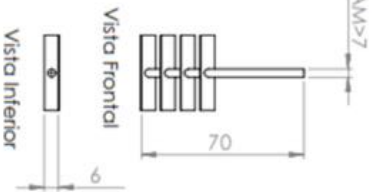
Tanque



Vista Frontal

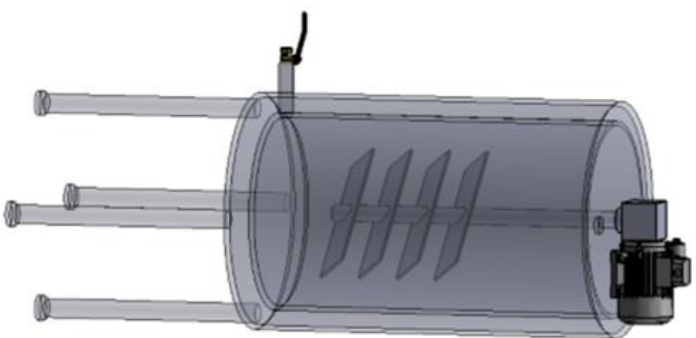
Vista Inferior

Agitador



Vista Frontal

Vista Lateral



Volumen  
0,92m<sup>3</sup>



Diseño de un proceso industrial para la producción de yogurt en la asociación de ganaderos "SHUSHUFINDI"

CONTIENE: Marmita de chaqueta con agitación

ELABORADO POR:  
Glady's Vanessa Rivera Venegas

REVISADO POR:  
Ing. César Puente  
Ing. Mabel Parada M.Sc

ESCALA: 1:300

FECHA: 06/03/2019 LÁMINA: 2/4

**TR-1 = Tanque de recepción**

Material: Acero inoxidable 304

Capacidad: 0,9m<sup>3</sup>

**MR-1 = Motor-reductor**

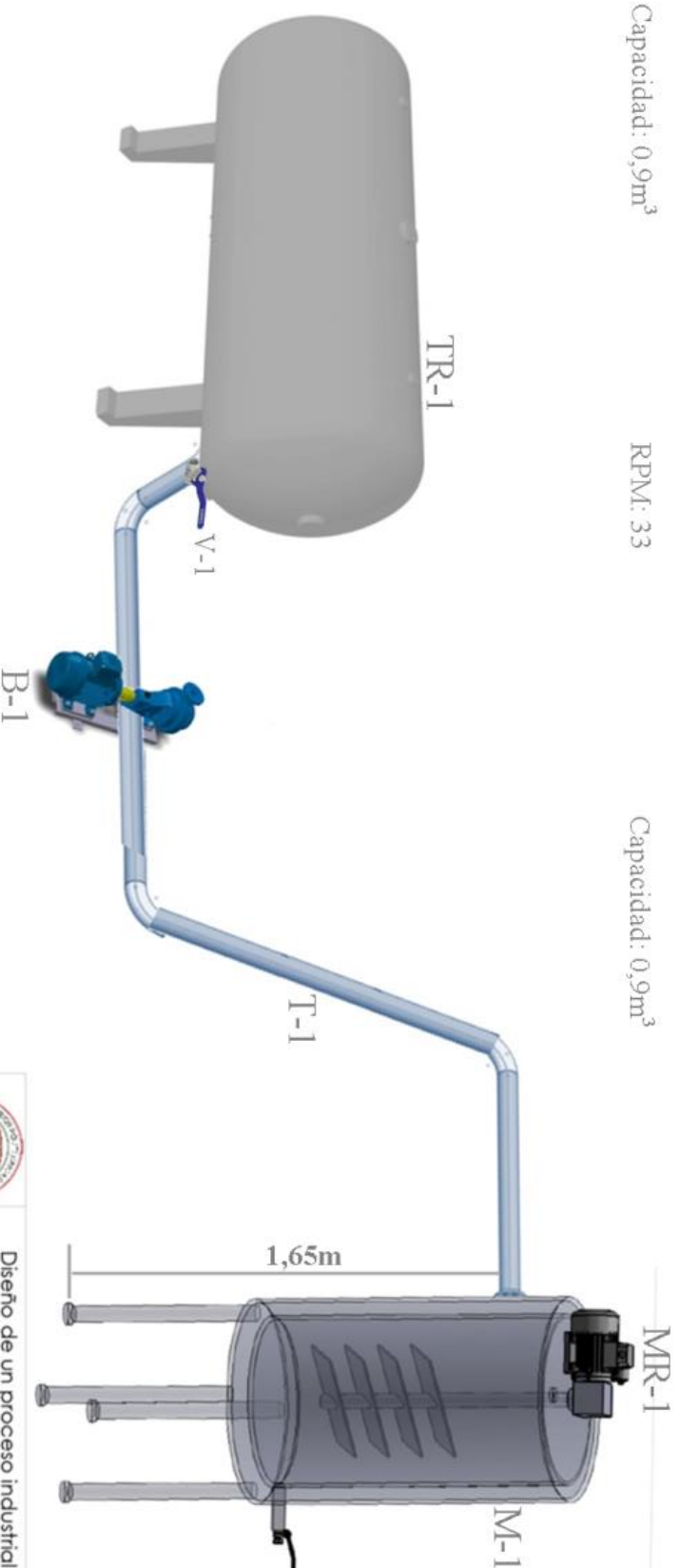
Potencia: 2HP

RPM: 33

**M-1 = Marmita**

Material: Acero inoxidable 304

Capacidad: 0,9m<sup>3</sup>



Diseño de un proceso industrial para la producción de yogurt en la asociación de ganaderos "SHUSHUFINDI"

**CONTIENE:** Sistema de elaboración de yogurt

**ELABORADO POR:**  
Gladys Vanessa Rivera Verregas

**REVISADO POR:**  
Ing. César Puente  
Ing. Mabel Parado M.Sc

**ESCALA:** 1:300

**FECHA:** 06/03/2019

**LÁMINA:** 3/4

**B-1 = Bomba**

Potencia: 1 HP

**T-1 = Tubería**

Material: Acero inoxidable 304

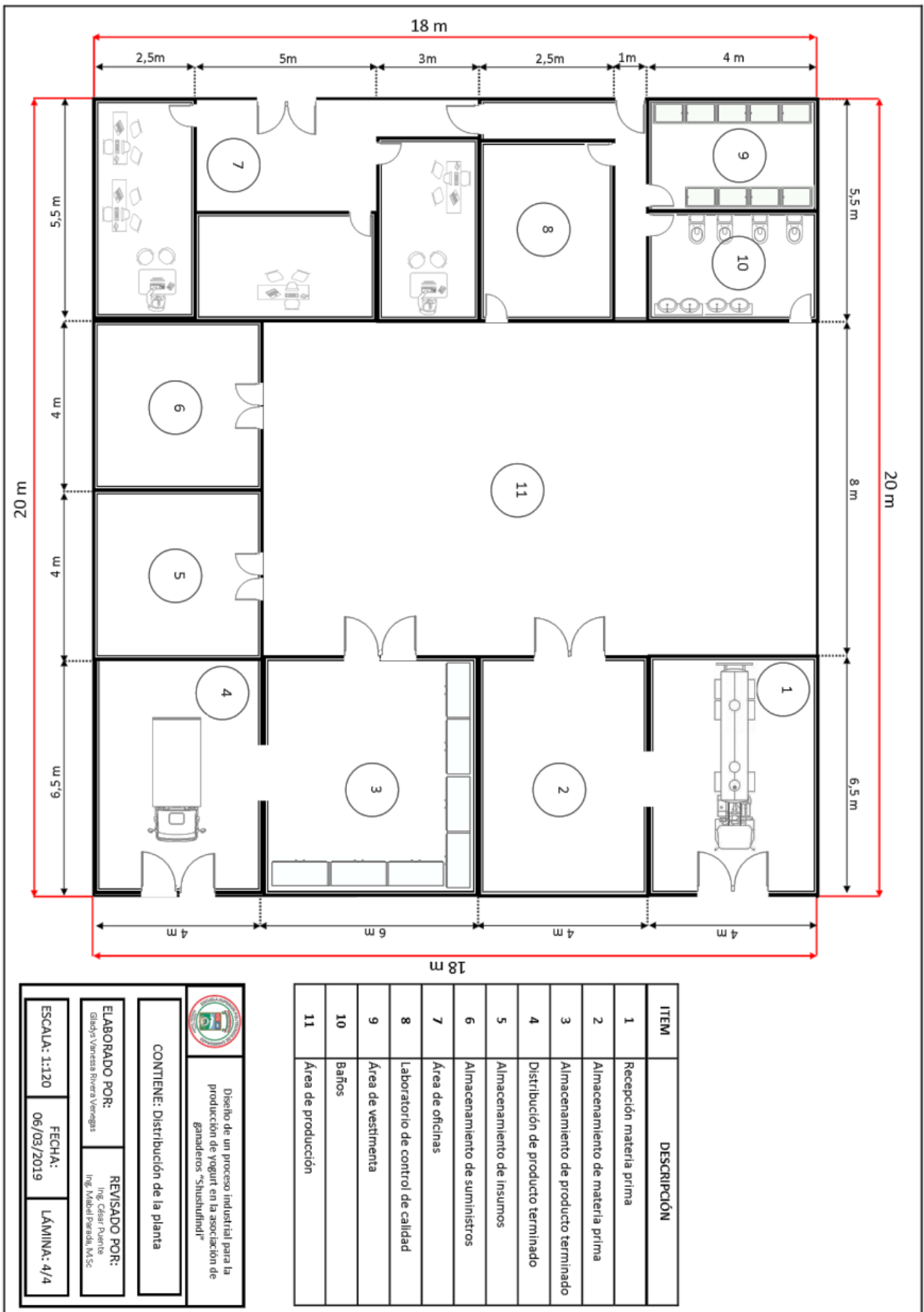
Diámetro: 1 1/2"

**V-1 = Válvula de bola**

Material: Acero inoxidable 304

Diámetro: 1 1/2"

## Anexo I. Distribución de la planta



Diseño de un proceso industrial para la producción de yogur en la asociación de ganaderos "Shishufindi"

CONTIENE: Distribución de la planta

ELABORADO POR:  
Gladys Yanesa Rivera Vengas

REVISADO POR:  
Ing. César Ruano  
Ing. Wilber Pereda, M.Sc.

ESCALA: 1:120

FECHA: 06/03/2019

LÁMINA: 4/4

Anexo J. Diagrama: Elaboración de yogurt

