



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA
PRODUCCIÓN DE YOGURT, PARA LA ASOCIACIÓN DE
LECHEROS DEL CANTÓN CHAMBO”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: JHONATAN ADRIAN CIFUENTES MOYA

DIRECTOR: ING. CARLOS RAMIRO CEPEDA GODOY

RIOBAMBA – ECUADOR

2021

© 2021, Jhonatan Adrián Cifuentes Moya

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, Jhonatan Adrián Cifuentes Moya, 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 autor, 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, 20 de agosto del 2021.



Jhonatan Adrián Cifuentes Moya

0605347731

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Técnico, **“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGURT, PARA LA ASOCIACIÓN DE LECHEROS DEL CANTÓN CHAMBO”**, realizado por el señor: Jhonatan Adrián Cifuentes Moya, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Mayra Paola Zambrano Rivera
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



30-11-2021

Ing. Carlos Ramiro Cepeda Godoy
**DIRECTOR DE TRABAJO
DE TITULACIÓN**



30-11-2021

Ing. Marlene Jacqueline García Veloz
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



30-11-2021

DEDICATORIA

Mi trabajo de titulación se lo dedico en primer lugar a Dios por darme la vida y oportunidad de cumplir mis metas y cumplir un objetivo más en mi vida. A mis padres Gladys y Gonzalo quienes han sido mi ejemplo de superación, sacrificio, dedicación, fortaleza, por su amor y su apoyo incondicional a lo largo de mi vida siendo el impulso para que yo pueda cumplir mis sueños y a mis abuelitos que desde el cielo me cuidan y guían.

Jhonatan

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por dame vida, salud, para que pueda cumplir con mis sueños. A mis padres por todo su amor, su apoyo incondicional y por saber guiar mi camino con sus consejos. Un agradecimiento particular para mi director y colaboradora del trabajo de titulación Ing. Ramiro Cepeda y la Ing. Marlene García 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 y a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme las puertas y permitir que me eduque en sus aulas y aprenda todo lo que pondré en práctica en el futuro,

Jhonatan

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT.....	XV

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA:	1
1.1.	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
1.3.	LÍNEA BASE DEL PROYECTO	2
1.3.1.	<i>Descripción del sitio de investigación</i>	2
1.3.2.	<i>Actualidad de la Asociación de Lecheros de Chambo</i>	2
1.4.	BENEFICIARIOS DIRECTOS E INDIRECTOS.....	3
1.4.1.	<i>Beneficiarios directos.</i>	3
1.4.2.	<i>Beneficiarios indirectos</i>	3
1.5.	OBJETIVOS.....	3
1.5.1.	<i>Objetivo General</i>	3
1.5.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	3

CAPÍTULO II

2.	REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS	4
2.1.	MARCO CONCEPTUAL	4
2.1.1.	<i>Antecedentes de la elaboración del yogurt.</i>	4
2.1.2.	<i>Leche</i>	4
2.1.3.	<i>Leche cruda.</i>	4
2.1.4.	<i>La leche cruda y su composición química.</i>	5
2.1.5.	<i>Yogurt</i>	6

2.1.6.	<i>Tipos de yogurt</i>	7
2.1.7.	<i>Bacterias usadas en el proceso de elaboración de yogurt.</i>	8
2.1.8.	<i>Fermentación Láctica</i>	8
2.1.9.	<i>Propiedades Físico-químicas del yogurt</i>	9

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	11
3.1.	ESTUDIO TÉCNICO PRELIMINAR	11
3.1.1.	<i>Localización Del Proyecto</i>	11
3.2.	INGENIERÍA DEL PROYECTO	12
3.2.1.	<i>Tipo de estudio</i>	12
3.3.	PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS	13
3.3.1.	<i>Procedimientos</i>	13
3.3.1.1.	<i>Método inductivo.</i>	13
3.3.1.2.	<i>Método deductivo.</i>	13
3.3.1.3.	<i>Método analítico</i>	13
3.3.2.	<i>Técnicas:</i>	13
3.3.3.	<i>Elección optima de materia prima</i>	22
3.3.3.1.	<i>Toma de muestras:</i>	23
3.3.3.2.	<i>Tamaño de la muestra.</i>	23
3.3.4.	Resultados obtenidos de la materia prima al caracterizarla.	23
3.3.4.1.	<i>Observación de los resultados</i>	24
3.3.5.	Procedimiento en laboratorio.	25
3.3.5.1.	<i>Listado de materiales, equipos y aditivos para la elaboración de leche fermentada</i>	25
3.3.6.	Descripción del proceso efectuado en laboratorio	26
3.3.6.1.	<i>Resultados de las formulaciones luego de ser caracterizadas.</i>	27
3.3.6.2.	<i>Examen sensorial del producto final.</i>	28
3.3.7.	Operaciones unitarias en el proceso de elaboración	35
3.3.8.	Dimensionamiento y caracterización de los equipos	36
3.3.8.1.	<i>Dimensionamiento de la marmita</i>	36
3.3.8.2.	<i>Diseño del tanque de recepción de la leche</i>	41
3.3.8.3.	<i>Determinación de las dimensiones del Fermentador</i>	42
3.3.9.	Balance de Masa y Energía.	44
3.3.9.1.	<i>Balance de Masa</i>	45
3.3.9.2.	<i>Balance de Energía.</i>	48

3.3.9.3.	<i>Resultado de diseño y dimensionamiento de los equipos.....</i>	62
3.3.9.4.	<i>Validación del producto terminado y proceso.....</i>	63
3.4.	PROCESO DE PRODUCCIÓN	63
3.4.1.	<i>Materia prima e insumos para la obtención del yogurt</i>	64
3.4.2.	<i>Diagrama del proceso.....</i>	65
3.4.2.1.	<i>Descripción del diagrama</i>	66
3.4.2.1.1.	Recepción y control de calidad de la materia prima	66
3.4.2.1.2.	Mezclado y Estandarización	66
3.4.2.1.3.	Pasteurizado	66
3.4.2.1.4.	Primer enfriado.....	66
3.4.2.1.5.	Inoculación	66
3.4.2.1.6.	Fermentación	66
3.4.2.1.7.	Segundo enfriado.....	67
3.4.2.1.8.	Batido	67
3.4.2.1.9.	Envasado y almacenamiento.....	67
3.5.	DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA	67
3.5.1.	<i>Descripción de las zonas que conforman la planta.....</i>	67
3.5.2.	<i>Capacidad de producción</i>	68
3.6.	REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS, MAQUINARIA Y TECNOLOGÍA.	69
3.6.1.	<i>Requerimiento de equipos</i>	69
3.6.2.	<i>Equipos y materiales requeridos para el área de control de calidad de la planta.....</i>	69
3.7.	COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	70
3.7.1.	<i>Inversión fija.....</i>	70
3.7.2.	<i>Egresos totales</i>	73
3.7.3.	<i>Forma de Financiar el proyecto</i>	75
3.7.3.1.	<i>Detalle de ingresos anuales.....</i>	75
3.8.	CRONOGRAMA.	79

CAPITULO IV

4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	80
	CONCLUSIONES.....	82
	RECOMENDACIONES.....	83
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Composición de la leche cruda	5
Tabla 2-2:	Composición del Yogurt	7
Tabla 1-3:	Análisis Leche Cruda.....	14
Tabla 2-3:	Análisis Microbiológico.....	16
Tabla 3-3:	Especificaciones físico - químicas de la leche.....	16
Tabla 4-3:	Especificaciones microbiológicas de la leche	16
Tabla 5-3:	Especificaciones del yogurt (leches fermentadas).....	17
Tabla 6-3:	Especificaciones microbiológicas del yogurt (leche fermentada) sin aplicación de tratamiento térmico luego de la fermentación.	17
Tabla 7-3:	Medición de la densidad relativa.....	18
Tabla 8-3:	Medición del pH en alimentos	19
Tabla 9-3:	Medición de la viscosidad.....	20
Tabla 10-3:	Medición de la acidez titulable	21
Tabla 11-3:	Determinación de coliformes totales, E. Coli, mohos y levaduras, como parte de los Análisis microbiológicos	22
Tabla 12-3:	Puntos a considerar en la elección adecuada de materia prima	22
Tabla 13-3:	Resultados del análisis físico - químico al que fue sometida la leche cruda por parte de los lecheros asociados en el cantón Chambo.	23
Tabla 14-3:	Resultados del análisis microbiológico al que fue sometida la leche cruda por parte de los lecheros asociados en el cantón Chambo.	24
Tabla 15-3:	Materiales utilizados	25
Tabla 16-3:	Equipos utilizados.....	25
Tabla 17-3:	Aditivos utilizados	25
Tabla 18-3:	Formulación experimental número 1	27
Tabla 19-3:	Formulación experimental número 2	27
Tabla 20-3:	Análisis de la primera formulación en el aspecto físico-químico del yogurt.....	27
Tabla 21-3:	Análisis de la primera formulación en el aspecto microbiológico del yogurt.....	28
Tabla 22-3:	Análisis de la segunda formulación en el aspecto físico-químico del yogurt	28
Tabla 23-3:	Análisis de la segunda formulación en el aspecto microbiológico del yogurt	28
Tabla 24-3:	Escala hedónica implementada para evaluar las características organolépticas...	29
Tabla 25-3:	Resultados de la evaluación del sabor del producto	29
Tabla 26-3:	Resultados obtenidos de la prueba Chi Cuadrado para el sabor	30
Tabla 27-3:	Resultados de la evaluación del color del producto.....	31
Tabla 28-3:	Resultados obtenidos de la prueba Chi Cuadrado para el color.....	31

Tabla 29-3:	Resultados de la evaluación de la consistencia del producto.....	33
Tabla 30-3:	Resultados obtenidos de la prueba Chi Cuadrado para la consistencia.....	33
Tabla 31-3:	Producto del cálculo de la fórmula de X^2 para su posterior sumatoria	35
Tabla 32-3:	Datos adicionales aplicables	44
Tabla 33-3:	Resultado del diseño y dimensionamiento de los equipos.....	62
Tabla 34-3:	Análisis físico, químico y microbiológico del yogurt obtenido.....	63
Tabla 35-3:	Materia prima e insumos para la obtención del yogurt.....	64
Tabla 36-3:	Insumos para la producción de yogurt.	64
Tabla 37-3:	Equipos requeridos para el proceso.....	69
Tabla 38-3:	Materiales y equipos de laboratorio necesarios	70
Tabla 39-3:	Costo de los equipos para implementación del proceso.	71
Tabla 40-3:	Costos de equipos y materiales para el control de calidad.....	71
Tabla 41-3:	Costo de la construcción y adecuación de la planta	72
Tabla 42-3:	Recursos de mano de obra para la construcción y capacitación del personal	72
Tabla 43-3:	Total, de Inversión Fija.....	72
Tabla 44-3:	Servicios básicos en la planta.....	73
Tabla 45-3:	Personal necesario para el desarrollo de la línea de producción.....	73
Tabla 46-3:	Costo total por lote para la producción de yogurt.....	74
Tabla 47-3:	Egresos Anuales.....	74
Tabla 48-3:	Total, de la inversión fija y egresos anuales por producción	75
Tabla 49-3:	Ganancias de producción anuales	76
Tabla 50-3:	Presupuesto total de los primeros años para el proceso de elaboración de yogurt	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2. Proceso de fermentación Láctica	9
Figura 1-3. Localización del Proyecto.....	11
Figura 2-3. Capacidad de producción con el diseño generado.....	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2.	Descripción de los componentes comunes de la leche	6
Gráfico 1-3.	Resultados de la evaluación del sabor de las formulaciones.....	31
Gráfico 2-3.	Resultados de la evaluación del color de las formulaciones	32
Gráfico 3-3.	Resultados de la evaluación del color de las formulaciones	34
Gráfico 4-3.	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de yogurt.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ANÁLISIS DE LA LECHE
- ANEXO B:** AVAL DE LA ASOCIACIÓN DE LECHEROS DEL CANTÓN CHAMBO
- ANEXO C:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO FORMULACIÓN 1
- ANEXO D:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO FORMULACIÓN 2
- ANEXO E:** RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL YOGURT
- ANEXO F:** ENCUESTA REALIZADA A LAS PERSONAS DEL CANTÓN CHAMBO
- ANEXO G:** NORMAS INEN
- ANEXO H:** DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA
- ANEXO I:** DIAGRAMA DEL PASTEURIZADOR
- ANEXO J:** DIAGRAMA DEL FERMENTADOR
- ANEXO K:** DIAGRAMA DEL TANQUE DE RECEPCIÓN
- ANEXO L:** FOTOS DE LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO
- ANEXO M:** CATÁLOGO DE LOS EQUIPOS

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de titulación busca lograr un diseño para los procesos de fabricación de yogurt en la Asociación de lecheros del cantón Chambo, ejecutando como paso inicial con la realización de un muestreo y posteriormente la caracterización físico-química y microbiológica de la materia prima (leche cruda) basada en la norma NTE INEN 9:2015, continuando con una selección de la mejor formulación del producto final (yogurt), por un grupo de personas al azar del cantón Chambo donde se calificó aspectos organolépticos del sabor, el color, y la consistencia, las muestras tuvieron una asignación de 4 números al azar para diferenciarlas, obteniendo como resultado que la muestra 1 denominada como 7310 fue la mejor calificada, como validación de esta información se realizó la prueba de chi cuadrado, indicando así que la formulación actúa directamente en la calificación. Los cálculos de ingeniería para el dimensionamiento de los equipos se realizaron para una capacidad de 800 litros requerida por la asociación, los equipos que dimensionados son un tanque de recepción y una marmita de chaqueta con agitación. El diseño fue validado mediante un análisis físico-químico y microbiológico del producto final, en base a la norma NTE INEN 2395:2011 arrojando valores para proteína de 3,90%; grasas un 5,10% y en cuanto a lo microbiológico ausencia total de coliformes y E. Coli, siendo la cantidad de mohos y levaduras presentes menor a 10 UFC/g, todos los resultados de los análisis se encuentran dentro de los parámetros exigidos por la norma técnica, siendo así un producto de calidad, con cualidades óptimas para tener aceptación del consumidor promedio.

Palabras clave: <YOGURT>, <ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO>, <BÁCTERIAS LÁCTICAS>, <LECHE>, <FERMENTACIÓN LÁCTICA>, <FERMENTADOR>, <INGENIERÍA QUÍMICA>.



Firmado electrónicamente por:
JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS



02-07-2021

1282-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The objective of this thesis is to design a yogurt manufacturing process in the Asociación de lecheros del cantón Chambo, executing as initial step the sampling and then the physical-chemical and microbiological characterization of the crude milk based on the standard NTE INEN 9: 2015, continuing with a selection of the best formulation of the final product (yogurt), by a random group of people from Chambo canton where organoleptic aspects of flavor, color, and consistency were qualified, the samples had an assignment of 4 random numbers to differentiate them, obtaining as a result that sample 1 denominated as 7310 was the best qualified, as validation of this information the chi square test was performed, thus indicating that the formulation acts directly in the qualification. The engineering calculations for the sizing of the equipment were made for a capacity of 800 liters required by the association, the equipment sized are a reception tank and a jacket kettle with agitation. The design was validated by means of a physical-chemical and microbiological analysis of the final product, based on the NTE INEN 2395:2011 standard, yielding values for protein of 3.90%, fat of 5.10%, and, in terms of microbiology, total absence of coliforms and E. Coli, being the amount of molds and yeasts present less than 10 UFC/g, all the results of the analysis are within the parameters required by the technical standard, thus being a quality product, with optimal qualities to be accepted by the average consumer.

Keywords: <YOGURT>, <MICROBIOLOGICAL ANALYSIS>, <MILK>, <LACTIC BACTERIA>, <LACTIC FERMENTATION>, <FERMENTER>, <CHEMICAL ENGINEERING>.

EDISON
HERNAN
SALAZAR
CALDERO
N

Firmado
digitalmente por
EDISON HERNAN
SALAZAR
CALDERON
Fecha: 2021.12.06
16:48:30 -05'00'

CAPÍTULO I

1 DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA:

1.1 Identificación del Problema

El Cantón Chambo es considerado como la “La Señora del Agro”, por su elevado grado de producción en la agricultura y la ganadería, según los miembros que forman parte, se estima que en este cantón se generan 40 mil litros en promedio por día que salen de las haciendas de todo el cantón, además de los campesinos de cada una de las sociedades, lo cuales son distribuidos a diferentes industrias lácteas, para su transformación, uno de sus más grandes derivados es el yogurt, el cual tienen una enorme demanda dentro del mercado local y nacional.

Según (Composición nutricional de la leche de ganado vacuno, 2005) manifiesta que los productos lácteos, como el yogurt y otras leches fermentadas, ya hace años son parte de la dieta de las personas. Por sus propiedades organolépticas y su alta densidad nutricional, el consumo de yogurt es recomendable dentro del marco de una alimentación sana durante las diversas etapas de la vida y/o situaciones biológicas. La composición nutricional del yogurt, igual que la de la leche, cambia en funcionalidad de diferentes elementos: animal de procedencia, raza, genética, alimentación, número de ordeños diarios, edad y proceso de creación.

Para (Barco, 2007) asegura que el yogurt pertenece a los productos lácteos más consumidos por los individuos en todo el mundo, por su gran costo alimenticio, sabor, calidad, costo y por los múltiples beneficios que el mismo aporta en la nutrición de los individuos, es por esto que la Agrupación de lecheros del cantón Chambo, en su ansia de aumentar su producción han observado la necesidad de hacer un diseño de un proceso industrial para la producción de yogurt, a fin de mejorar la calidad, diversidad y presentación de su producto, para agrandar su mercado a grado local y provincial.

Según los datos que se pudieron evidenciar, se vio la necesidad de plantear la ejecución de un diseño de un proceso industrial para la producción de yogurt, para esta agrupación de lecheros del cantón Chambo, cuyo objetivo es producir un producto de gran calidad el mismo que satisfaga la necesidad de sus consumidores, y beneficie su productividad. (Fuentes, 2011)

1.2 Justificación del proyecto

El yogurt es un alimento probiótico nutricionalmente denso con características que lo realizan exclusivo. Ha sido asociado con patrones alimentarios saludables y se ha postulado como un

marcador de calidad de la dieta. En el cantón Chambo se ha podido identificar un alto índice de producción de leche la cual favorece al desarrollo de emprendimientos por medio de la producción de yogurt.

El presente plan se justifica como un aporte al desarrollo de la Agrupación de lecheros del cantón Chambo, ya que se pudo detectar y conocer las necesidades que muestran al instante de llevar a cabo el yogurt, ya que no cuentan con un diseño de sistema de producción el cual les posibilite optimizar recursos, mejorar la calidad del producto y acrecentar el índice de sus ventas; De la misma forma se verificará que dentro del desarrollo de la iniciativa toda la gente relacionada den cumplimiento a las reglas de calidad como es la Regla Técnica Ecuatoriana Regla (INEN, 2011) para leches fermentadas.

La ejecución del presente trabajo de averiguación es de mucha trascendencia pues permitió que la Sociedad de lecheros del cantón Chambo, disminuya precios innecesarios, como además le dejará agrandar sus productos a grado nacional, de la misma forma favorecerá al desarrollo de novedosas plazas de trabajo, beneficiando la economía de su ciudad, provincia y territorio.

1.3 Línea base del proyecto

1.3.1 Descripción del sitio de investigación

La Asociación de Lecheros se encuentra ubicada en el noroeste de la provincia de Chimborazo, específicamente en el cantón Chambo. El cantón presenta una superficie aproximadamente de 163 km², es decir el 2.5% de la superficie total de la provincia. La Asociación está constituida por personas naturales en busca de un mismo propósito, la producción agrícola y ganadera, la misma que busca establecer acciones de desarrollo comunitario en el cantón y encaminarse de igual forma en los cantones de la Provincia de Chimborazo, y de ser posible en el resto del Ecuador, esta instaurada como una estructura con capital propio, gestión independiente y con personería jurídica con capacidad legal para ejercer y contraer obligaciones. (Gad Chambo, 2021)

1.3.2 Actualidad de la Asociación de Lecheros de Chambo

La Asociación produce y comercializa productos lácteos y sus derivados como leche cruda y queso, que capta una cuota de mercado, pero imposibilitándolos de competir con grandes marcas y productores, debido a la producción, que es solamente la necesaria para no perder la marca y el producto. Además, esta iniciativa busca dar a entender las consecuencias que se pueden desprender por la escasez de productos de buena calidad y con amplia diversidad en el mercado, de igual manera la falta de aprovechamiento de la producción para consumo local. La implementación de la tecnología para la producción de yogurt aduce a la necesidad de productos de alta calidad en el mercado, teniendo presente que niños y niñas serán los principales clientes.

Ne otro sentido, el producto lograra un impulso al cliente de adquirirlo, al observar una buena calidad y un precio competitivo en el producto en comparación a la competencia, lo que generara que el producto sea uno de los preferidos por los consumidores finales. (Ramirez, 2010)

1.4 Beneficiarios directos e indirectos.

1.4.1 Beneficiarios directos.

Los beneficiarios directos del presente proyecto serán los miembros de la Asociación de Lecheros del cantón Chambo, debido a que en un futuro cercano podrán contar con un proceso industrial que les permitirá elaborar y añadir a su catálogo de productos yogurt.

1.4.2 Beneficiarios indirectos

Entre los beneficiarios indirecto que se tomaran en cuenta en dicho proceso se encuentra:

- Los ganaderos, productores de leche y proveedores de las diferentes materias primas debido a que con la elaboración del producto de mejor calidad se incrementaran las ventas y se necesitará la adquisición de nuevos insumos.
- La población del cantón Chambo y sus alrededores, debido a que se incrementaran las ventas y se necesitará contratar más personal.
- Supermercados, Minimarket, tiendas de barrios entre otras, ya que, por la venta de un yogurt de buena calidad, podrán incrementar sus ingresos diarios.
- El consumidor final y la colectividad en general puesto que podrán favorecerse de los beneficios que poseen el consumo de yogurt, el mismo que será de gran calidad, y a precios que estarán a la accesibilidad de todas las personas.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar un proceso industrial para la producción de yogurt en la asociación de lecheros del cantón chambo, provincia de Chimborazo

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar la caracterización física, química y microbiológica de la leche cruda (materia prima) fundamentado en normas Técnicas Ecuatorianas.
- Determinar las variables del proceso para la elaboración del yogurt.
- Diseñar y dimensionar la planta de lácteos para la obtención de yogurt.

CAPÍTULO II

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 *Antecedentes de la elaboración del yogurt.*

Según (Gaviria, 2018) el yogurt, también conocido desde la antigüedad como leche fermentada, se conoce que la producción surge de una tradición de los pueblos nómadas, durante el paso de los años la receta tradicional fue pasando de una persona a otra, hasta llegar al occidente en la historia más reciente, donde el biólogo ucraniano Metchnikoff (Premio Nobel 1908) realizó un análisis, dando a conocer los beneficios para la salud obtenidos por componentes microbiológicos generados en su manufactura.

Actualmente el yogurt presenta unos números altos en cuanto a su comercialización y producción, lo que ha llevado a ser uno de los derivados de la leche más consumidos en el mundo, puede ser en cualquiera de sus presentaciones, ya sea con trozos de frutas, saborizantes, colorantes o acompañado de cereales, entre otras nuevas presentaciones que van ganando cuota de mercado, en un negocio en constante innovación y evolución, tanto en su valor económico, como en su calidad final (Gaviria, 2018).

2.1.2 *Leche.*

La secreción de las glándulas mamarias de animales bovinos sanos es la leche comúnmente conocida, esta es obtenida mediante ordeño higiénico, completo e ininterrumpido, sin ningún tipo de componente adicional (INEN, 2015).

A criterio de otros autores el término leche se puede definir como el líquido que es segregado por todos los integrantes de la familia de los mamíferos que sean hembras, por medio de sus glándulas mamarias, cuya función principal es servir de alimento para el crecimiento del mamífero proveniente de la hembra. Las propiedades más comunes descriptibles son que presenta color blanquecino opaco y un sabor dulce. (Santos, 1987)

2.1.3 *Leche cruda.*

Según menciona (INEN, 2015) se nombra leche cruda a la secreción a la cual no se ha practicado tratamiento térmico, es decir, que no ha superado los 40°C después de ser extraída de la ubre, a excepción de si ha sido sometida a un proceso de enfriamiento para su conservación.

2.1.4 *La leche cruda y su composición química.*

Para (Calderón, 1999) según la raza del rumiante la composición de la leche suele variar, además depende de factores como la edad, estado de salud, el clima y la alimentación. Centrándonos netamente en la afectación del clima en la calidad de la leche, es necesario mencionar en primera instancia el perjuicio de esta al bovino, debido a la tendencia a poseer propiedades diferentes el ganado lechero de regiones templadas o de zonas frías, en comparación a las regiones cálidas, siendo un punto clave en la ingesta de alimentos, por ende, los nutrientes absorbidos son de mejor calidad, a manera ejemplo tenemos el ganado de clima frío al situarlo en regiones cálidas este tiende a padecer estrés generando una baja en su producción de leche.

Básicamente la leche se encuentra formada por el 87,5% de agua y 12,5% de sólidos, en esta última se ubica la parte nutritiva que a su vez contiene proteínas, vitaminas, minerales, grasa y azúcares (Fuentes, 2011). En la Tabla 1 se puede evidenciar más detalladamente la composición.

Tabla 1-2: Composición de la leche cruda

Componentes	Porcentaje (%)
Agua	87,50
Lactosa	4,80
Grasa	4,00
Proteína	3,50
Sales minerales	0,70

Fuente: Fuentes, 2011

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Hay que tomar en consideración que los componentes presentan una variación, especialmente se da en el caso de las grasas y las proteínas, de manera más detallada se puede conocer en que consiste cada uno de los elementos de la leche en el siguiente Gráfico 1.



Gráfico 1-2. Descripción de los componentes comunes de la leche

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

2.1.5 *Yogurt*

(Barco, 2007) menciona que los orígenes del yogurt no son conocidos por completo, pero lo que si es conocido es que, en diversas civilizaciones antiguas, creían que era una fuente de salud y nutrición, al tener efectos beneficiosos para el ser humano.

Mientras tanto (Gaviria, 2018) comenta que es la leche fermentada con microorganismos lácticos como *Lactobascillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, para obtener un producto con un ligero sabor ácido, añadido a una textura cremosa, bajo condiciones definidas de tiempo y temperatura.

La elaboración del yogurt consta de algunas etapas básicas para su preparación, partiendo de la pasteurización, y completándola con la inoculación, la fermentación y la correcta refrigeración. Según la definición del Codex Alimentarius es fundamental una base microbiana que transforme la lactosa en ácido láctico, facilitando la correcta coagulación de todas las proteínas. (Bylund, 1996)

Desde el enfoque nutricional y de la salud es un valioso aporte de nutrientes, al ser derivado de la leche posee minerales y vitaminas, por ello puede ser ingerido por cualquier persona sin marginar edades, pero si presenta exclusión a personas que presentes síntomas de intolerancia a la lactosa. El yogurt es considerado como alimento probiótico, prebiótico y simbiótico (Gaviria, 2018). A continuación, se presenta en la Tabla 2 la composición del yogurt.

Tabla 2-2: Composición del Yogurt

Compuestos (unidades/100g)	Yogurt entero	Yogurt descremado	Yogurt de frutas
Carbohidratos (g)	4,9	6,5	18,6
Proteínas (g)	3,9	4,5,0	5,0
Grasas (g)	3,4	1,6	2,5
Sodio (mg)	47,0	51,0	-
Fósforo (mg)	114,0	118,0	153,0
Calcio (mg)	145,0	150,0	176,0
Potasio (mg)	186,0	192,0	254,0
Calorías	72,0	64,0	98,0

Fuente: Vera Balcázar, 2011

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

2.1.6 Tipos de yogurt

La norma INEN 2395:2011 clasifica de las siguientes maneras el yogurt o leche fermentada:

A partir de su contenido graso:

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

Según los ingredientes en:

- a) Natural
- b) Con ingredientes

Según el proceso de elaboración en:

- a) Batido
- b) Aflanado o Coagulación
- c) Tratado térmico

- d) Concentrado
- e) Deslactosado

2.1.7 *Bacterias usadas en el proceso de elaboración de yogurt.*

(Ramirez, 2010) describe que en el mercado existe gran variedad de especies bacterianas aplicables a la elaboración del yogurt, estas son conocidas normalmente como fermentos lácticos, estos microorganismos son los *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.

Estas bacterias crecen en cultivos microbianos, las mismas que de acuerdo al tipo y número pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Cepa única: Formada de solo una cepa de una determinada especie.
- Definido múltiple: Formada por varias cepas de una especie determinada.
- Definido mixto: Formado por varias cepas, pero de distintas especies.
- Indefinido o artesano: Formado por gran variedad de especies y cepas, ya sean estas total o parcialmente desconocidas (Vera Balcázar, 2011).

Para entender de mejor manera sobre las bacterias ácido lácticas comúnmente usadas, se procederá a una descripción de las mismas a continuación.

- ***Streptococcus thermophilus***: Es una bacteria gram-positiva, que suele desarrollarse en temperaturas que van desde 37 °C hasta los 40 °C, teniendo resistencia incluso hasta los 50 °C. Es una bacteria famosa dentro de la industria, ya que usa azúcares a manera de sustrato para generar ácido láctico mediante fermentación, acidifica en menor manera que el lactobacillus (Pérez, 2018).
- ***Lactobacillus bulgaricus***: Presenta tendencia a ser una bacteria homofermentativa, se desarrolla en temperaturas de 42 °C hasta los 45 °C, se encarga en un principio de disminuir el pH de la leche a un valor entre 4,5 – 4,2; ayuda al desarrollo de los Streptococcus thermophilus, liberando aminoácidos como la valina, además proporciona el sabor y el olor propios del yogurt (INEN, 2015).

2.1.8 *Fermentación Láctica.*

(Hernandez, 2018) dice que la fermentación es un proceso de transformación de azúcares en ácido láctico gracias a la ayuda de bacterias (*Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Bulgaricus*), a través de un proceso anaerobio donde se libera energía utilizando el hidrato de carbono de la leche (lactosa) y por medio de la hidrólisis esta se rompe dando como resultado glucosa y galactosa, esta última por isomerasa se transforma en glucosa. (Hernandez, 2018)

A partir de la glucosa que ingresa en la ruta glucolítica para formar dos moléculas de piruvato transformando el ADP en ATP y el NAD⁺ en NADH⁺, siendo el único rendimiento energético desarrollado durante el proceso. (Anzaldúa, 1994)

El piruvato resultante se transforma por acción de la enzima lactato deshidrogenasa en dos moléculas de ácido láctico, dando como resultado el producto de desecho del proceso, por ello, la enzima lactato deshidrogenasa deshidrogena el NADH⁺ asumiendo los electrones de NADH y regenerando en NAD⁺ alistándola para ser nuevamente utilizada en la fermentación. (Gaviria, 2018)

En el Grafico 1-2 presentado a continuación, se puede ver el proceso de fermentación láctica:

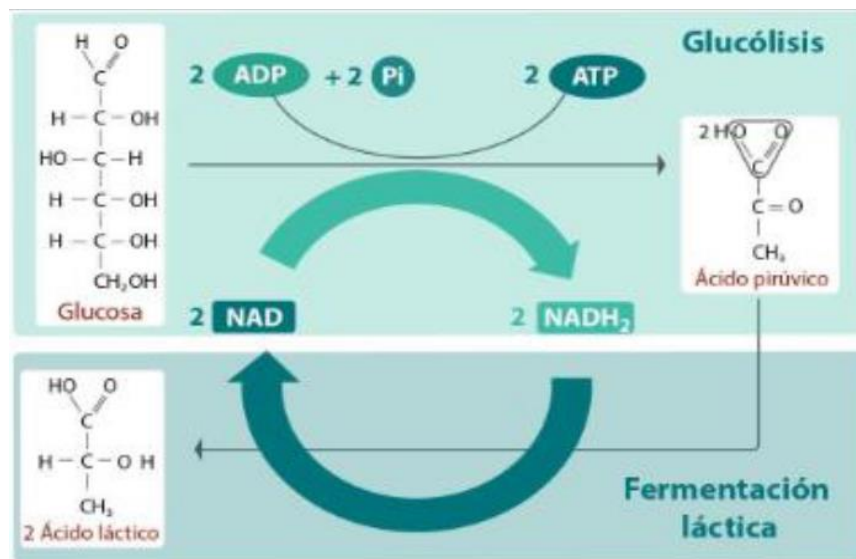


Figura 1-2. Proceso de fermentación Láctica

Fuente: Ramirez, 2010

2.1.9 Propiedades Físico-químicas del yogurt

Durante el proceso de fermentación láctica las propiedades físico-químicas del yogurt pasan por una serie de cambios que serán descritos a continuación (Fuentes, 2011).

- ✓ **pH:** En la elaboración del yogurt se busca el descenso del pH de la leche que va de 6,6 a 6,8; buscando alcanzar un pH inferior o igual a 4,5 o 4,6; buscando que las caseínas sean eléctricamente neutras, dando así paso a la formación del ácido láctico, el cual otorga las propiedades sensoriales propias del yogurt como son el sabor, olor y textura. (Millian, 2018)
- ✓ **Grasa:** Este es variable según la leche a utilizar y considerando además si no ha sufrido algún proceso remoción de la misma. A menudo los valores de grasa presentes en el yogurt varían entre 0 y 10%. Para consumo pueden encontrarse valores entre 0,5 y 3,5% en las marcas más conocidas (Vera, 2018).

- ✓ **Ácido láctico:** Una de las características más marcadas en un yogurt es su textura, esta es ocasionada por la desestabilización ocasionada por el cambio de pH de la leche, dando lugar a la producción de alrededor de del 0,8 y 1,8% de ácido láctico, el porcentaje que se maneja debería ser siempre el correcto debido a que es un punto fundamental al definir la calidad del yogurt. (Millian, 2018)
- ✓ **Humedad:** Al igual que en el caso de las grasas su valor surge de la procedencia de la leche, a esto se le suma los sólidos solubles que contiene la misma. Aproximadamente su contenido de humedad es cercano a 87,8 % (Vera, 2018).
- ✓ **Viscosidad:** Esta presenta variación según la temperatura, a menor temperatura, mayor será la viscosidad. Se podría decir que presenta relación con el contenido de lactosa y el tamaño del glóbulo de grasa (Vera, 2018).
- ✓ **Densidad:** Típicamente es definida como la cantidad de sólidos disueltos y en suspensión, además está relacionada con la temperatura y la concentración de grasa. Puede existir una variación en la densidad de acuerdo a lo que se busque, ya sea añadiendo leche en polvo para lograr un yogurt más denso o añadiendo líquidos para disminuirla (Vera, 2018).

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 ESTUDIO TÉCNICO PRELIMINAR

3.1.1 Localización Del Proyecto



Figura 1-3. Localización del Proyecto

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Naturalmente mágico y propietario de una gigantesca riqueza cultural e histórica, Chambo "La Señora Del Agro", se localiza a 8 Km. de la ciudad de Riobamba, capital de la Provincia de Chimborazo, a las faldas de los Montes Quilimás y Cubillines de la Cordillera Oriental. Su altitud va a partir de los 2.400 a 4.730 m.s.n.m., engloba 3 pisos climáticos: templado sub-andino, gélido andino y glacial. Las propiedades climáticas, geográficas y de tipo de suelo, posibilitan una extensa variedad de producción agrícola y es la primordial fuente económica poblacional, y proveedora de alimentos para el territorio, tenemos la posibilidad de descubrir pluralidad de cultivos como: cebolla blanca, colorada, remolacha, lechuga, zanahoria, brócoli, col, coliflor, cilantro, fréjol, tomate riñón y de árbol. La producción pecuaria se inspira en especial en la producción de leche y cárnicos. (Gad Chambo, 2021)

Según (Gad Chambo, 2021) expone que a construcción de ladrillos es otro de los potenciales del cantón como otra fuente fundamental de ingresos, además de ser uno de los productos más relevantes para la obra. Limita al norte, con la quebrada de Puchulcahuán; al sur, el flujo de agua Daldal, afluente del flujo de agua Chambo, y las parroquias Pungalá y Licto del cantón Riobamba; este, la Provincia de Morona Santiago que se encuentra al otro lado de la cordillera central de los Andes; oeste, el río Chambo, parroquia San Luis y Licto; y al noroeste, con el Cantón Riobamba.

3.2 Ingeniería Del Proyecto

3.2.1 Tipo de estudio

Mediante este proyecto se busca obtener los parámetros fundamentales para un yogurt de alta calidad en la producción y para el consumo, a partir de leche cruda de ganado vacuno, obtenida de los miembros de la Asociación de Lecheros del cantón Chambo, los cuales actualmente solo han obtenido leche cruda y de manera artesanal queso como derivado, para consumo local. Esto se llevará a cabo a través de procedimientos previamente investigados, siendo utilizados los métodos experimental, deductivo e inductivo, siendo cada uno de ellos de mucha importancia y una guía para el cumplimiento de los objetivos propuestos en este proyecto.

El proyecto es una iniciativa técnica, por medio de la cual se identificó una problemática existente, la cual se plantea resolver mediante el uso de la normativa, el conocimiento teórico, el análisis práctico y la propuesta de proceso para la obtención del producto final. Del mismo modo, tiene su parte cuantitativa, puesto que, se tomó datos de análisis por medio de los cuales se han realizado mediciones y estudios para mejorar el proyecto.

El estudio parte por un análisis exploratorio con el objetivo de recolectar la información necesaria, conocer el porqué del no aprovechamiento de esta materia prima dentro del cantón Chambo, esto se da tomando en cuenta las alternativas posibles para lograr una solución y las variables con mayor importancia a considerar, luego con un estudio con mayor detalle de la información y la agrupación de datos junto a su correcta tabulación se vinculó con condiciones actuales y se procedió a evaluar el nivel de aceptación del producto terminado. Al final el estudio explicativo se dio forma para plasmar de manera teórica toda la información resultante de forma estructurada, esta información debe mantener la coherencia a los hechos involucrados con el tema de estudio.

3.3 Procedimientos y técnicas

3.3.1 Procedimientos

3.3.1.1 Método inductivo.

Utiliza el razonamiento para conseguir conclusiones válidas, se inicia con un estudio de los hechos individual para formular conclusiones universales. Con la finalidad de generar una línea de proceso surgió este proyecto, esto con el uso de leche cruda para la obtención de yogurt, esta leche recolectada y comercializada por la Asociación la que está dirigido este documento. Esto va desde un estudio microbiológico y físico-químico de la materia prima, que nos otorgará las herramientas para obtener alternativas de diseño para la obtención del producto final, el cual tendrá que ser compatible con la normativa de calidad. (Rivera Venegas, 2019)

3.3.1.2 Método deductivo.

Consiste en generar conclusiones de manera general para explicaciones particulares. Para conocer las propiedades deseadas del yogurt, así como de la leche, se analiza, estudia y capta conocimiento sobre el tema en conflicto, por lo cual se puede consultar bibliografía de la temática e incluso de información relacionada, que luego por medio del método analítico puede ser puesto en marcha de forma práctica, arrojando información esencial para las operaciones que intervendrán en proceso. (Rivera Venegas, 2019)

3.3.1.3 Método analítico.

Es un proceso intelectual, que descompone un objeto de estudio separando cada parte para estudiarlas individualmente. Este se llevará a cabo con el uso de ensayos de laboratorio, buscando obtener las variables y/o parámetros a controlar para que el proyecto pueda ser ejecutado y finalizado de manera correcta, aplicando técnicas de laboratorio, junto con los respectivos materiales y equipos que surjan de la necesidad de obtener el producto final (yogurt) utilizando la leche cruda de vaca como materia prima. (Rivera Venegas, 2019)

3.3.2 Técnicas:

La Normativa INEN es esencial para la fase de experimentación, las mismas que parten como ayuda fundamental en la caracterización de la materia prima, en este caso de la leche cruda de ganado bovino y para el producto final yogurt, para lo cual se tomó los parámetros que dictan las normas: NTE INEN 09:2015. LECHE CRUDA REQUISITOS y NTE INEN 2395: 2011. LECHES FERMENTADAS REQUISITOS.

Tabla 1-3: Análisis Leche Cruda

Parámetro	Fundamento	Norma	Materiales y reactivos	Procedimientos
Grasa y Agua	Determinación de las cantidades de agua y grasas presentes en la leche.	NTE INEN 11	<ul style="list-style-type: none"> - Probeta de 100 ml - Lactodensímetro 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agitar la muestra e insertarla en la probeta. 2. Colocar el lactodensímetro en la probeta sin que toque la pared. 3. Revisar y anotar los datos resultantes.
Grasa	Determinación de la cantidad de grasa presente en la leche.	NTE INEN 12	<ul style="list-style-type: none"> - Butirómetros de Gerber - Centrifuga de Gerber calentada a 55°C - Baño de agua a 55-50°C - Pipetas volumétricas de 11 ml - Ácido Sulfúrico - Alcohol Isoamílico 	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el butirómetro de Gerber colocar de 10 a 20 ml de ácido sulfúrico. 2. Adicionar con cuidado 1 ml de ácido isoamílico y 11 ml de leche (nunca agregar alcohol directamente al ácido). 3. Colocar el tapón al butirómetro para agitar la mezcla líquida unos 10 a 15 segundos. 4. En la centrifuga colocar los butirómetros por 5 minutos a 1000 rpm. 5. Retirar los butirómetros de la centrifuga y realizar la lectura de los datos obtenidos.
Acidez expresada como ácido láctico	Determinación de la acidez que contiene la leche.	NTE INEN 13	<ul style="list-style-type: none"> - Hidróxido de sodio al 0,1 N - Fenolftaleína - Pipeta de 20 ml - Bureta Scrubber - Matraz de 250 ml 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar 50 ml de agua destilada y 10 ml de leche en un matraz y agitar. 2. Adicionar fenolftaleína, solo 2 gotas. 3. Con el NaOH titular la leche hasta que tome un color rosado la muestra. 4. Anotar la cantidad de NaOH utilizada. 5. Aplicar los cálculos correspondientes.
Solidos Totales	Determinación de cumplimiento o requisitos legales establecidos para la leche, como ser adulterada con la adición de agua.	NTE INEN 14	<ul style="list-style-type: none"> - Balanza analítica - Cápsula de platino - Baño María - Estufa - Desecador - Mufla 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lavar y secar la capsula para pesarla. 2. Agitar la mezcla teniendo en cuenta que no haya separación de grasa. 3. Colocar por 30 minutos la capsula a baño María. 4. Ubicar la capsula en la estufa a 103 °C por 3 horas. 5. En el desecador dejar enfriar la capsula y pesar. 6. Realizar los cálculos correspondientes.

Ceniza	Determinación de la calidad y condiciones nutricionales de la leche	NTE INEN 14	<ul style="list-style-type: none"> - Cápsula de porcelana - Pinzas - Baño de vapor - Estufa - Mufla - Desecador de vidrio - Balanza analítica 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poner en la cápsula 5 ml de la muestra 2. Evaporar por 30 minutos 3. Llevar la cápsula a la estufa de desecación, calentar a $100^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. 4. Luego de 3 horas de desecación enfriar en un desecador las cápsulas. 5. Pesar las capsulas, repetir hasta que la diferencia no sea mayor a 0,5 g (Periodo 30 minutos). 6. Calcular la cantidad de ceniza
Proteína	Determinación de proteína que posee un alimento	NTE INEN 16	<ul style="list-style-type: none"> - Bureta graduada - Soporte universal - Matraz Erlenmeyer de 100 ml - Pipetas de 10 ml y 5 ml - Solución de Hidróxido de Sodio 0,1 N - Solución comercial de formol 40% - Fenolftaleína 	<ol style="list-style-type: none"> 1. En un Erlenmeyer colocar 10 ml de muestra. 2. Añadir 20 ml de agua destilada y adicionar unas gotas de fenolftaleína. 3. Se neutralizó la acidez titulable con una solución de hidróxido de sodio hasta que de un color rosa. 4. Añadir de 2 a 3 ml de formol, la muestra se vuelve de color blanco. 5. Nuevamente añadir gotas de fenolftaleína y valorar la acidez con hidróxido de sodio hasta la aparición del color rosa.
Carbohidratos	Determinación de azúcares presentes en un alimento	-----	<ul style="list-style-type: none"> - Tubos de ensayo - Gradilla - Pipetas de 1 ml - Baño maría - Reactivo bencidina 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar en un tubo de ensayo 0,5 ml de reactivo de bencidina. 2. Añadir 1 o 2 gotas de leche. 3. Calentar en baño maría durante algunos minutos, dejar enfriar con agua. 4. Si se forma de un color rosa o rojo la prueba es positiva

Fuente: Rivera Venegas, 2019

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021.

Tabla 2-3: Análisis Microbiológico

Parámetro	Fundamento	Norma	Materiales y Reactivos	Procedimiento
Aerobios mesófilos y enterobacterias	Determinación de bacterias mediante contabilización de colonias de aerobios mesófilos y enterobacterias en la leche.	NTE INEN 1529-5	Incubadora Microscopio Refrigeradora Balanza Mechero Gradilla Tubos de ensayo Probetas Pipetas bacteriológicas Caja Petri Erlenmeyer	<ol style="list-style-type: none"> 1. En un Erlenmeyer colocar 10 ml de muestra. 2. Añadir 20 ml de agua destilada y adicionar unas gotas de fenolftaleína. 3. Se neutralizó la acidez titulable con una solución de hidróxido de sodio hasta que de un color rosa. 4. Añadir de 2 a 3 ml de formol, la muestra se vuelve de color blanco. 5. Nuevamente añadir gotas de fenolftaleína y valorar la acidez con hidróxido de sodio hasta la aparición del color rosa

Fuente: Rivera Venegas, 2019

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 3-3: Especificaciones físico - químicas de la leche

Requisitos	Mínimo	Máximo	Unidad	Método
Materia grasa	3,000	-	% (fracción de masa)	NTE INEN 12
Sólidos no grasos	8,200	-	% (fracción de masa)	-
Sólidos totales	11,200	-	% (fracción de masa)	NTE INEN 14
Proteínas	2,900	-	% (fracción de masa)	NTE INEN 16
Densidad relativa: a 15 °C a 20 °C	1,029 1,028	1,032 1,033	-	NTE INEN 11
Cenizas	0,650	-	% (fracción de masa)	NTE INEN 14
Acidez titulable como ácido láctico	0,130	0,170	% (fracción de masa)	NTE INEN 13

Fuente: NTE INEN 9:2012

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 4-3: Especificaciones microbiológicas de la leche

Requisitos	Máximo	Unidad	Método
------------	--------	--------	--------

Reconteo de microorganismos mesófilos aeróbios	1,5 x 10 ⁶	UFC/cm ³	NTE INEN 1529-5
------------------------------------------------	-----------------------	---------------------	-----------------

Fuente: NTE INEN 9:2012

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

En referencia a las características del yogurt, se realizó análisis según lo establecido por la normativa técnica ecuatoriana de normalización NTE INEN 2395:2011, que postula lo siguiente (Tabla 5-3) en referencia a las leches fermentadas.

Tabla 5-3: Especificaciones del yogurt (leches fermentadas)

Requisitos	Descremada		Semidescremada		Entera		Método
	% Mín	% Max	% Mín	% Max	% Mín	% Max	
Proteína, % m/m En yogur, kumis, kéfir, lechecultivada	2,7	-	2,7	-	2,7	-	NTE INEN 16
Contenido de grasa	-	<1,0	1,0	<2,5	2,5	-	NTE INEN 12

Fuente: NTE INEN 2395:2011

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 6-3: Especificaciones microbiológicas del yogurt (leche fermentada) sin aplicación de tratamiento térmico luego de la fermentación.

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

Fuente: NTE INEN 2395:2011

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Donde:

n = Número de muestras a evaluar.

m = Índice permisible máximo para determinar la buena calidad.

M = Índice permisible máximo para determinar el nivel aceptable de calidad.

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

A continuación, se detalla parámetros específicos que resultan esenciales para tener una leche fermentada con una calidad aceptable para el consumo.

Tabla 7-3: Medición de la densidad relativa

Norma	Fundamentación	Instrumental	Procedimientos
<p>NTE INEN 11:1984</p> <p>LECHE. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELATIVA</p>	<p>Se establecen dos métodos para determinar la densidad relativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Método del lactodensímetro • Método del picnómetro <p>Se eligió el segundo cuyo fundamento se basa en comparar la masa de un picnómetro con agua destilada, con la masa del picnómetro con el líquido problema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Termómetro ✓ Picnómetro ✓ Balanza analítica ✓ Baño de agua 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pesar el picnómetro totalmente limpio y seco. 2. Impidiendo la formación de burbujas de aire, colmar con agua destilada. 3. Poner la tapa y sumergirlo en el baño de agua a $20\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$, por 30 minutos. 4. Retirar el picnómetro del baño, secarlo escrupulosamente y enfriarlo a temperatura ambiente durante 30 minutos para pesarlo. 5. Realizar el cálculo de la masa de agua contenida en el picnómetro, quitando la masa del picnómetro vacío, de la masa del picnómetro con agua. 6. Secar meticulosamente el picnómetro y impidiendo la formación de burbujas de aire, colmatarlo con la muestra. 7. Continuar con los mismos pasos indicados para el agua destilada. 8. La densidad relativa a $20/20\text{°C}$ se calcula mediante la ecuación: $d = \frac{m_3 - m_2}{m_1}$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • d = densidad relativa a $20/20\text{°C}$. • m1 = masa en gramos de agua a 20°C. • m2 = masa en gramos del picnómetro vacío. • m3 = masa en gramos del picnómetro con la muestra.

Fuente: NTE INEN 11:1984

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 8-3: Medición del pH en alimentos

Norma	Fundamentación	Reactivos	Procedimientos
<p>NOM-F-317-S-1978</p> <p>NORMA OFICIAL MEXICANA. DETERMINACIÓN DE PH EN ALIMENTOS.</p>	<p>Basa su aplicación en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno en una muestra del producto con el uso de un potenciómetro (aparato de medición de pH).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Solución reguladora de pH 10 ✓ Solución reguladora de pH 7 ✓ Solución reguladora de pH 4 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calibrar con las soluciones reguladoras de pH 10, pH 7 y pH 4 el potenciómetro de acuerdo a la acidez del producto. 2. Utilizar un agitador para mezclar una porción de la muestra. 3. Sumergir el electrodo de manera que cubra perfectamente la muestra. 4. Medir el pH. 5. Retirar el electrodo y lavarlo perfectamente con agua. 6. En el mismo potenciómetro se puede leer directamente el valor del pH de la muestra.
		<p>Instrumental</p>	
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua destilada ✓ Potenciómetro ✓ Agitador ✓ Vasos de precipitación ✓ Pizeta 	

Fuente: NOM-F-317-S-1978

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 9-3: Medición de la viscosidad

Método	Fundamentación	Instrumental	Procedimientos
<p>VISCOSÍMETRO DIGITAL</p>	<p>Basa su fundamento en la utilización de un viscosímetro digital para la medición y control de la misma en un líquido.</p>	<p>✓ Viscosímetro digital ✓ Pizeta ✓ Vaso de precipitación</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. En el tornillo de unión ubicar el husillo. 2. Prender el viscosímetro. 3. Con el botón de selección seleccionar el número de husillo. 4. Elegir la velocidad de revoluciones. 5. Ingresar el husillo en el líquido a medir rotando el mandote soporte. 6. Medir pulsando el botón correspondiente. 7. En la pantalla se marcará viscosidad medida la luego de ver girar el husillo. <p>Nota: En muestras con alta viscosidad, ejecutar el proceso con un husillo de menor tamaño (3 o 4) y a una baja velocidad de giro. De ser lo contrario utilizar un husillo de mayor tamaño (1 o 2) y velocidad mayor.</p>

Fuente: Manual de Instrucciones Viscosímetros Digitales.

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 10-3: Medición de la acidez titulable

Método	Fundamentación	Instrumental	Procedimientos
<p>NTE INEN 13:1984</p> <p>LECHE.DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE</p>	<p>Se lo realiza con el uso de fenoflateina como indicador y una solución normalizada de NaOH de sodio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Matraz Erlenmeyer ✓ Bureta ✓ Desecador ✓ Estufa ✓ Matraz aforado ✓ Balanza analítica 	<ol style="list-style-type: none"> 1. En la estufa colocar el matraz Erlenmeyer a 103 °C por 30 minutos, para posteriormente dejarlo enfriar en el desecador y pesarlo. 2. Alterar lentamente, tres o cuatro repeticiones, la botella con la muestra preparada, transferir al matraz y separar más o menos 20 gde muestra. 3. El contenido del matraz diluir con un volumen de dos veces su valor de agua destilada, además añadir 2 cm³ de fenoflateína que actuara como solución indicadora. 4. Mientras se agita añadir lentamente la solución 0,1 N de hidróxido desodio, buscando conseguir un color rosado persistente que se desvanece lentamente. 5. Seguir añadiendo la solución hasta lograr la persistencia del color rosado durante 30 segundos. 6. En la bureta leer el volumen de solución aplicada. 7. Mediante la formula adjunta a continuación se calcula la acidez titulable de la leche. $A = 0,09 \frac{V * N}{m1 - m} * 100$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • V = volumen en cm³ de la solución de hidróxido de sodio. • m = masa en gramos del matraz Erlenmeyer vacío. • m1 = masa en gramos del matraz Erlenmeyer con leche. • N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

Fuente: NTE INEN 13:1984

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 202

Tabla 11-3: Determinación de coliformes totales, E. Coli, mohos y levaduras, como parte de los Análisis microbiológicos

Materiales	Procedimiento	Método
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Placas Petrifilm TM para Coliformes totales y <i>Escherichia Coli</i>. ✓ Placas Petrifilm YM para Mohos y Levaduras. ✓ Buffer de agua peptona. ✓ Yogurt. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diluir en buffer de agua peptona el yogurt al 0,1 %. 2. Con ayuda de la pipeta perpendicular adicionar 1 ml de muestra, levantando previamente la lámina superior semitransparente. 3. Repartir la muestra sobre la superficie circular con una presión en el dispersor con la cara lisa hacia abajo. 4. Levantar el dispersor, esperando que el gel se solidifique aproximadamente un minuto a que se solidifique y seguir con la incubación. 5. Las placas deben estar con la cara arriba para la incubación. 6. La temperatura y el tiempo de incubación presentan variación de acuerdo a cada método. <ol style="list-style-type: none"> a. En coliformes a 35 °C por 24 horas. b. Para la E. Coli a 35 °C por 48 horas. c. En mohos y levaduras a 20 °C encubar 3 a 5 días 	<p>NTE INEN 1529-7</p> <p>NTE INEN 1529-8</p> <p>NTE INEN 1529-10</p>

Fuente: Pilataxi Saez, 2019

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

3.3.3 Elección optima de materia prima.

Siempre que se busca la calidad en un producto se debe partir por la elección correcta de sus materias primas, en este caso leche cruda, este es un punto esencial ya que es la base del producto que será elaborado, a esto se le suma que debería estar exenta de material extraño como calostro, sangre o incluso podría darse en algunos casos patologías infectocontagiosas, lo cual es mencionado en la norma técnica NTE INEN 09:2015.

Tabla 112-3: Puntos a considerar en la elección adecuada de materia prima

Materia prima	Aspecto	Olor	Color	Físico-químicos	Microorganismos
Leche cruda de vaca	Con una textura homogénea y libre de materias extrañas	Libre de olores Extraños y suave.	blanco opalescente o ligeramente amarillento	Dentro del rango establecido en la norma técnica NTE INEN 9:2015	Dentro del rango establecido en la norma técnica NTE INEN 9:2015

Fuente: Rivera Venegas, 2019

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Para un producto de calidad los requisitos mencionados anteriormente son óptimos, en especial si no se cuenta con tiempo suficiente para una revisión con más detalle, esto conllevará a generar un producto de calidad para introducir al mercado y que atraiga la atención de los consumidores.

3.3.3.1 Toma de muestras:

Siguiendo lo planteado por la norma técnica NTE INEN-ISO 707:2014. LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. DIRECTRICES PARA LA TOMA DE MUESTRAS, se tomó muestras de la materia prima, en este caso leche cruda que puede ser evidenciada en el Anexo A, esto se lo hace captando una cantidad representativa del total recolectado de leche, esto con el objetivo de realizar una caracterización microbiológica y físico – química, manteniendo en todo momento en la cadena de frío durante su transportación.

3.3.3.2 Tamaño de la muestra.

Al ser el estudio aplicado en el cantón Chambo, viene implícita la toma de la muestra en el lugar donde se acumula el mayor porcentaje poblacional del cantón, en este caso la cabecera cantonal, pero además de se toma en consideración sus comunidades, ya que la leche viene de todas las haciendas y pequeños productores del sector y es recolectada en la asociación, ahí llegan 8000 litros de leche por día.

3.3.4 Resultados obtenidos de la materia prima al caracterizarla.

En la ciudad de Riobamba, en sector la dolorosa se ubican los laboratorios de PRODUCTOS ALIMENTARIOS SAN SALVADOR, lugar en el cual fue factible la ejecución de los análisis microbiológicos junto a los físicos – químicos, estos resultados fueron comparados con la norma técnica NTE INEN 09:2015 arrojando los siguientes resultados:

Tabla 133-3: Resultados del análisis físico - químico al que fue sometida la leche cruda por parte de los lecheros asociados en el cantón Chambo.

Parámetros	Resultado	Unidad	Norma		Método/Norma
			Mínimo	Máximo	
pH	6,70	-	6,40	6,80	NOM-F-317-S-1978
Viscosidad	1,832	Cp	1,5	2	STANDARD METHODS
Densidad relativa a 20°C	1,030	g/mL	1,028	1,033	P/108 INEN 11
Materia grasa	3,05	%	3,0	-	Gravimétrico
Acidez titulable, como ácido láctico	0,15	%	0,13	0,17	PEE/SAN SALVADOR /121 INEN 13

Sólidos Totales	11,27	%	11,20	-	PEE/SAN SALVADOR/155 AOAC 990.20
Sólidos No Grasos	8,22	%	8,20	-	Gravimetría
Ceniza	0,68	%	0,65	-	PEE/SAN SALVADOR/157 AOAC 945.46
Proteína	2,95	%	2,90	-	PEE/SAN SALVADOR/156 AOAC 991.20

Fuente: Productos alimentarios “SAN SALVADOR”

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Como se puede evidenciar en la tabla anterior todos los parámetros físico – químicos analizados están dentro de los límites permisibles impuestos por la normativa.

Tabla 14-3: Resultados del análisis microbiológico al que fue sometida la leche cruda por parte de los lecheros asociados en el cantón Chambo.

Parámetros	Resultado	Unidad	Límite Máximo	Método/Norma
Reconteo de microorganismos mesófilos aerobios	$1.5 \cdot 10^7$	UFC/cm ³	$1,5 \cdot 10^6$	SAN SALVADOR AOAC 990.12

Fuente: Productos alimentarios “SAN SALVADOR”

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Centrándose en los resultados del análisis microbiológico, es evidenciable en Tabla 14 que el conteo de microorganismos mesófilos aerobios en la muestra sobrepasa los valores impuestos en la norma técnica, sugiriendo la posibilidad de la poca higiene durante el ordeño y una posterior manipulación incorrecta de la leche cruda. Pese a ello esto no se torna un problema mayor ya que gracias a la pasteurización se puede lograr una reducción considerable de estos microorganismos en la leche captada de los miembros de la asociación.

3.3.4.1 Observación de los resultados

Observar es la primera forma de contacto o de interacción con los objetos que serán estudiados, constituye un proceso de atención, recolección y registro de información, para el cual el investigador se basa en sus sentidos (vista, oído, olfato, tacto, sentidos kinestésicos, y cenestésicos), para estar pendiente de los sucesos y examinar los eventos ocurrientes en una perspectiva universal, en todo un entorno natural. De esta manera la observación no se limita al uso de la vista. (Briones, 2015)

La observación es una actividad del hombre y además es un componente necesario para las indagaciones. Posibilita mirar los hechos de esta manera como ocurren y más que nada esos que le atrae y estima significativos el investigador. Se emplea prácticamente para recolectar datos del comportamiento o conducta del individuo o conjunto de sujetos, hechos o fenómenos. En toda observación intervienen recursos bastante exactos como son: el observador, persona que se ocupa de codificar las situaciones o eventos ocurrientes; el instrumento de registro, que podría ser de manera directa los sentidos o aparatos mecánicos como cámaras de vídeo, fotográfica, termómetro, cinta métrica, escala de color, grabador, entre otros; y el caso visto, que es un complejo de diversos eventos e interrelaciones, del cual se debe elegir lo cual se pretende aprender. (Fuentes, 2011)

3.3.5 Procedimiento en laboratorio.

Para decidir el proceso industrial correcto para la preparación de yogurt se han realizado diversos ensayos a grado de laboratorio, basados en técnicas tomadas de ciertos libros y artículos involucrados con la producción de yogur y productos lácteos.

3.3.5.1 Listado de materiales, equipos y aditivos para la elaboración de leche fermentada

Tabla 15-3: Materiales utilizados

Materiales	
Vasos de precipitación	Termómetro
Reverbero	Pipeta Volumétrica
Varilla de agitación	Papel Aluminio
Vidrio Reloj	Tela Filtrante
Espátula	

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 16-3: Equipos utilizados

Equipos	
Balanza Analítica	Estufa
pH metro	Reactor para Yogur
Viscosímetro	Cámara de Refrigeración

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 17-3: Aditivos utilizados

Aditivos	
Azúcar	Sorbato de potasio

Colorante artificial	Saborizante artificial (de cualquier fruta)
Cultivo de bacterias	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lactobacillus bulgaris ✓ Streptococcus thermophilus 	

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

3.3.6 Descripción del proceso efectuado en laboratorio

De acuerdo a información secundaria expuesta por (Ramirez, 2010), el procedimiento plasmado en el laboratorio para lograr el diseño adecuado para el proceso de elaboración de leche fermentada es descrito a continuación:

1. Recolectando aproximadamente unos 10 L de leche cruda del día, captada en las instalaciones de la Asociación de Lecheros del Cantón Chambo, se procede a realizar los ensayos utilizando 2 formulaciones diferentes, con variabilidad en la cantidad, sacarosa, saborizante y colorante.
2. Con una tela de lienzo se procede a ejecutar un filtrado de la leche para eliminar posibles impurezas que podría estar presente en la leche, posterior a ello se mide el pH y la viscosidad a 20°C.
3. En una probeta se mide 5000 mL de leche y se coloca en una caldera y se procede a calentar a 32°C, es necesario medir la cantidad de °Brix, deberán tener entre de 14° y 18° para que las bacterias ácido lácticas tengan el alimento suficiente y así se produzca la reacción química, se sigue calentando hasta alcanzar los 35°C y se procede a adicionar sacarosa (azúcar), todo esto pesado en la balanza analítica correctamente.
4. El paso siguiente es someter la mezcla a pasteurización durante 30 minutos a 63 °C para eliminar la flora bacteriana.
5. A continuación, se enfría la mezcla hasta alcanzar los 45 °C, con el uso de un baño maría con agua en temperatura ambiente.
6. Al alcanzar los 45 °C añadir el cultivo de yogurt, esta dosificación fue otorgada por el productor, posterior a esto se homogeniza el cultivo con la mezcla correctamente mediante la aplicación de una varilla de agitación.
7. En la estufa y durante 5 horas se coloca la mezcla homogenizada a 45 °C, en el transcurso de este tiempo se da la producción de ácido láctico, lo que genera la coagulación de la leche, esto se da como resultado de la estabilidad de las caseínas.
8. Al terminar la espera se realiza la medición del pH a fin de determinar los niveles de acidez del yogurt, estos deben ir de 4 a 4,5 para que las caseínas se mantengan completamente insolubles y eléctricamente neutras, este nivel de pH da por terminada la fase de incubación al llegar al punto isoeléctrico de la caseína.
9. Luego de otorgar al yogurt el pH deseado, se continua con la etapa de enfriamiento hasta alcanzar 20 °C, para posteriormente añadir sorbato de potasio, colorante y saborizante.

10. Al producto obtenido cuyo diagnóstico sensorial arroja resultados de ser fresco, de apariencia agradable, un color y sabor atractivos, se continúa con el análisis de pH y viscosidad para determinar si se encuentra dentro de los requisitos impuestos por la normativa técnica NTE INEN 2395:2011.

Al concluir con el procedimiento detallado líneas atrás, se ejecuta con distintas concentraciones buscando determinar la mejor muestra, estas formulaciones son detalladas a continuación.

Tabla 18-3: Formulación experimental número 1

Ingrediente	Cantidad	Unidad
Leche	5000,00	mL
Sacarosa(azúcar)	462,60	g
Leche en polvo	154,20	g
Cultivo	0,10	g
Sorbato de potasio	0,30	g
Saborizante (Durazno)	9,0	mL
Colorante	4,50	mL

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 19-3: Formulación experimental número 2

Ingrediente	Cantidad	Unidad
Leche	5000,00	mL
Sacarosa(azúcar)	514,00	g
Leche en polvo	102,80	g
Cultivo	0,10	g
Sorbato de potasio	0,30	g
Saborizante (Mora)	6,75	mL
Colorante	6,75	mL

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

3.3.6.1 Resultados de las formulaciones luego de ser caracterizadas.

Tabla 20-3: Análisis de la primera formulación en el aspecto físico-químico del yogurt

Volumen de leche inicial en mL	pH	°Brix	°Brix de estandarización	Viscosidad (cP)
5000	4,473	19,31	14,32	1971

Fuente: Productos alimentarios “SAN SALVADOR”

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 21-3: Análisis de la primera formulación en el aspecto microbiológico del yogurt

Parámetros	Resultado	Unidad	Valor límite Permisible	Método
Coliformes Totales	Inexistente	UFC/g	10	PEE/SAN SALVADOR/123 AOAC 991.14
E. coli	Inexistente	UFC/g	<1	PEE/DAN SALVADOR /122 AOAC 991.14/AOAC 998.08
Mohos y levaduras	<10	UFC/g	200	PEE/SAN SALVADOR/120 AOAC 997.02

Fuente: Productos alimentarios “SAN SALVADOR”

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 22-3: Análisis de la segunda formulación en el aspecto físico-químico del yogurt

Volumen de leche inicial en mL	pH	°Brix	°Brix de estandarización	Viscosidad (cP)
5000	4,426	20,51	16,25	1977

Fuente: Productos alimentarios “SAN SALVADOR”

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 23-3: Análisis de la segunda formulación en el aspecto microbiológico del yogurt

Parámetros	Resultado	Unidad	Valor límite Permisible	Método/Norma
Coliformes Totales	Inexistente	UFC/g	10	PEE/SAN SALVADOR/123 AOAC 991.14
E.coli	Inexistente	UFC/g	<1	PEE/DAN SALVADOR /122 AOAC 991.14/AOAC 998.08
Mohos y levaduras	<10	UFC/g	200	PEE/SAN SALVADOR/120 AOAC 997.02

Fuente: Productos alimentarios “SAN SALVADOR”

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

3.3.6.2 Examen sensorial del producto final.

Un examen sensorial es fácilmente considerado como una herramienta rápida y eficaz para conocer la calidad de un producto alimenticio ya que se involucra en todos los procesos de elaboración tanto en las materias primas, la elaboración y en el producto ya terminado.

A fin de obtener una base sólida se consideró 120 individuos mujeres y hombres de edad superior a 15 años, los cuales luego de saborear el producto procedieron a dar una calificación de acuerdo

a su manera de captar estas características organolépticas, aspectos como el sabor, el color y la firmeza o consistencia fueron evaluados de acuerdo a la siguiente escala hedónica implementada en la Tabla.

Tabla 24-3: Escala hedónica implementada para evaluar las características organolépticas

Característica organoléptica	Evaluación		
	Me gusta	Indiferente	No me gusta
Sabor	5	3	1
Color	5	3	1
Consistencia	5	3	1

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Pasos a seguir para un correcto examen sensorial

- Mediante números aleatorios se asigna una nomenclatura a cada formulación.
 - Formulación 1: 7310
 - Formulación 2: 4940
- El día 17 de enero del año en curso, como es habitual en el mercado central del cantón realizar una feria, se procedió a realizar el correspondiente examen, aprovechando la cantidad de asistentes presentes.
- Como acompañante a la muestra de cada formulación se les entregó una galleta a cada uno de los individuos que actuaron como jueces.
- Mientras se sirven las muestras se procede a dar indicaciones breves a cada uno de los participantes sobre la manera en que se debe llenar la evaluación.

Análisis estadístico de los resultados

Para tratar los resultados obtenidos de las formulaciones y conocer la aceptación de los individuos en cuanto a las características organolépticas se ejecutó varios cálculos estadísticos como son la media, mediana, desviación estándar y varianza entre las más importantes, además se formuló dos hipótesis para ser validadas por medio de la prueba del Chi Cuadrado (χ^2) con un nivel de significancia de 0,05 y 2 grados de libertad. Estos reportes son presentados a continuación en las siguientes tablas.

Tabla 25-3: Resultados de la evaluación del sabor del producto

Código de la formulación	Evaluación del sabor			Total
	No me gusta	Indiferente	Me gusta	

7310	6	12	102	120
4940	16	34	70	120

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 26-3: Resultados obtenidos de la prueba Chi Cuadrado para el sabor

Característica organoléptica	Formulación analizada	Resultados estadísticos		Error estándar	
Sabor	7310	Media		4,617	0,093
		95% de confianza para la media	Límite superior	4,800	
			Límite inferior	4,433	
		Media al 5%		4,796	
		Mediana		5,000	
		Varianza		1,028	
		Desviación estándar		1,014	
		Rango		4,000	
	4940	Media		3,933	0,129
		95% de confianza para la media	Límite superior	4,189	
			Límite inferior	3,677	
		Media al 5%		4,037	
		Mediana		5,000	
		Varianza		2,012	
Desviación estándar		1,419			
Rango		4,000			

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

En cuanto a los resultados arrojados en la tabla 39 correspondiente al sabor, es posible evidenciar que la media de la formulación 7310 supera levemente a la media de la formulación 4940, con valores de 4,617 y 3,933 respectivamente. En cuanto a los valores de la mediana son parejos con un valor de 5, relacionado a los resultados de varianza y desviación estándar, la primera formulación supera ampliamente a su competidora, indicando así una menor variabilidad en las respuestas. El error estándar no supera en ninguno de los casos 0,13 siendo así un análisis con resultados confiables.

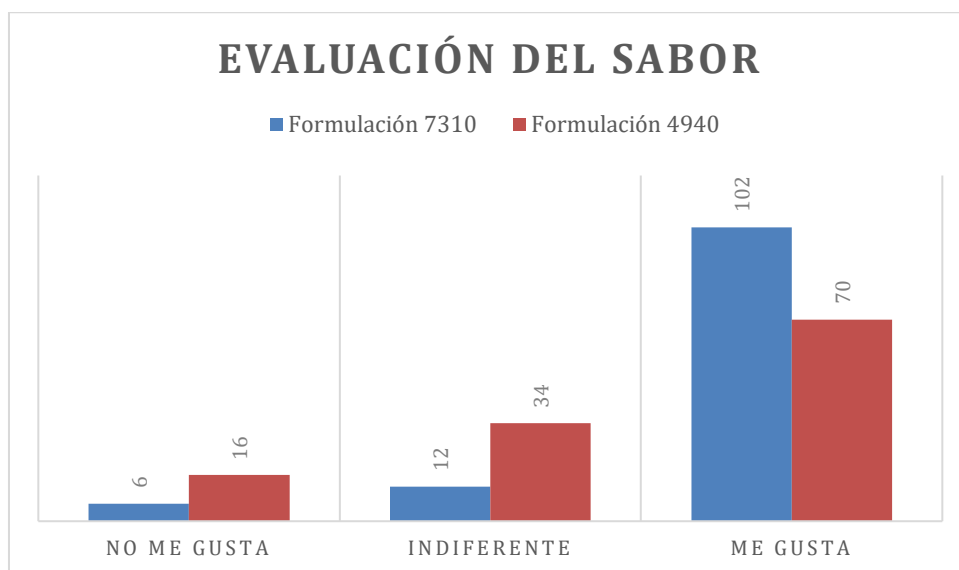


Gráfico 1-3. Resultados de la evaluación del sabor de las formulaciones

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Evidentemente la formulación 7310 supera ampliamente en cuanto a sabor a su competidora, con 102 individuos a los que les gustó contra los 70 de la formulación 4940. Del mismo modo solamente 6 individuos marcaron que no les gusta la primera formulación, cosa que en la competidora fue marcada por 16 personas. Las personas que marcaron como indiferente superan en la composición 4940 a la competidora, pudiendo sugerir que es un producto común que en un mercado en constante innovación sería condenado al olvido.

Tabla 27-3: Resultados de la evaluación del color del producto

Código de la formulación	Evaluación del Color			Total
	No me gusta	Indiferente	Me gusta	
7310	19	25	76	120
4940	50	39	31	120

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 28-3: Resultados obtenidos de la prueba Chi Cuadrado para el color

Característica organoléptica	Formulación analizada	Resultados estadísticos		Error estándar
Color	7310	Media		4,000
		95% de confianza para la media	Límite superior	4,265
			Límite inferior	3,735
		Media al 5%		4,111
		Mediana		5,000

4940	Varianza		2,151	0,149
	Desviación estándar		1,467	
	Rango		4,000	
	Media		2,700	
	95% de confianza para la media	Límite superior	2,995	
		Límite inferior	2,405	
	Media al 5%		2,667	
	Mediana		3,000	
	Varianza		2,666	
	Desviación estándar		1,633	
Rango		4,000		

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

De acuerdo a los datos arrojados en la tabla anterior en la que se obtiene la información del color, es posible observar que la media de la formulación 7310 es de 4, superando así a su competidor, la formulación 4940 que en su media llega a un valor de 2,7. Igual ocurren en cuanto a los valores de mediana, varianza y desviación estándar, indicando así una mayor aceptación de la primera composición, siendo por ende un color más atractivo para el público consumidor. El error estándar no supera en ninguno de los casos el 0,15 siendo así un análisis con resultados confiables.

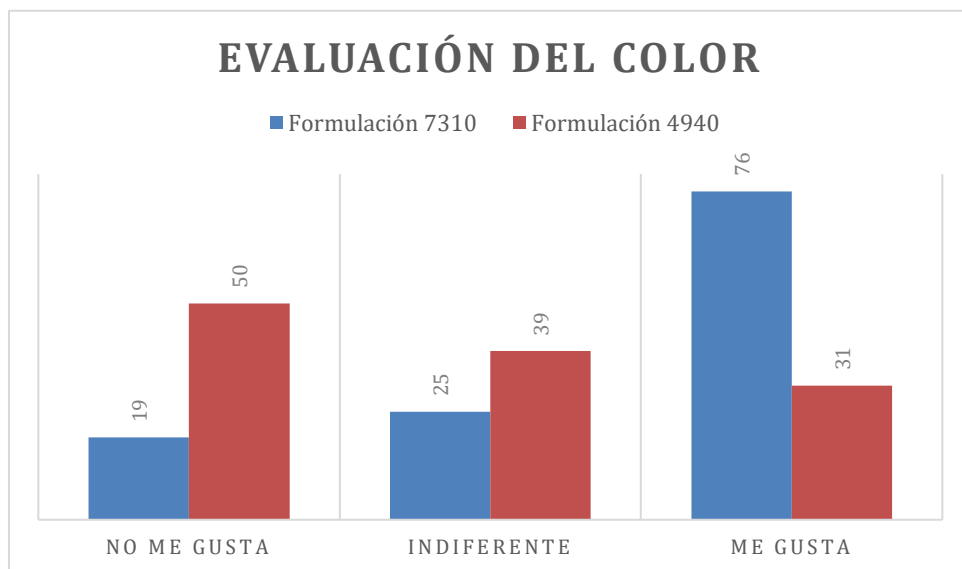


Gráfico 2-3. Resultados de la evaluación del color de las formulaciones

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Con gran margen y superando el doble del valor de la formulación 4940 la formulación 7310 supera con amplio margen con 72 individuos a los que les gustó, siendo solamente 19 a los que les pareció de un color poco agradable.

Tabla 29-3: Resultados de la evaluación de la consistencia del producto

Código de la formulación	Evaluación de la consistencia			Total
	No me gusta	Indiferente	Me gusta	
7310	7	21	92	120
4940	34	45	41	120

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Tabla 30-3: Resultados obtenidos de la prueba Chi Cuadrado para la consistencia

Característica organoléptica	Formulación analizada	Resultados estadísticos			Error estándar
Consistencia	7310	Media		4,467	0,097
		95% de confianza para la media	Límite superior	4,658	
			Límite inferior	4,275	
		Media al 5%		4,611	
		Mediana		5,000	
		Varianza		1,125	
		Desviación estándar		1,061	
		Rango		4,000	
	4940	Media		3,150	0,144
		95% de confianza para la media	Límite superior	3,436	
			Límite inferior	2,864	
		Media al 5%		3,167	
		Mediana		3,000	
		Varianza		2,498	
		Desviación estándar		1,581	
		Rango		4,000	

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Si revisamos los datos de la tabla anterior correspondiente a la información de la consistencia, es fácil reconocer que la media de la formulación 7310 es de 4,467, superando así a su competidor, la formulación 4940 que en su media llega a un valor de 3,150. Igual ocurren en cuanto a los valores de mediana, varianza y desviación estándar, indicando así una mayor aceptación de la primera composición, otorgándole así el título de ganador en este parámetro para el público consumidor. El error estándar no supera en ninguno de los casos el 0,145 siendo así un análisis con resultados confiables.

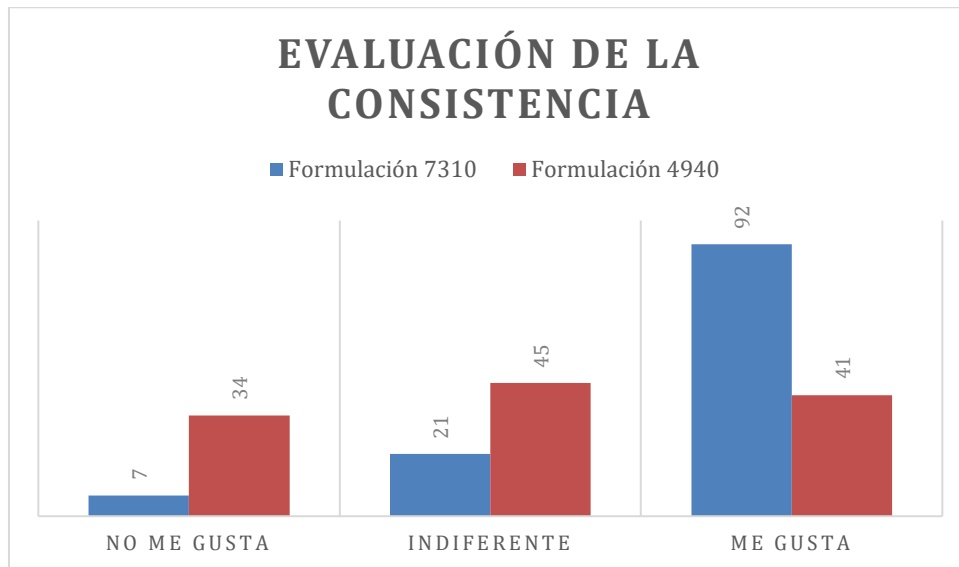


Gráfico 3-3. Resultados de la evaluación del color de las formulaciones

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

La formulación 4940 arroja valores superiores en cuanto a indiferencia y de no gusto, comparándola con su competencia, siendo así descrito como un producto no muy comerciable y que podría ser poco aceptado si se llevara al consumidor final, caso contrario ocurre con la formulación 7310 la cual supera con amplio margen y duplicando los individuos que gustaron de este producto, contra solamente 6 personas que sugirieron una consistencia poco agradable.

Resultados e Hipótesis resultantes de la prueba del Chi Cuadrado

A fin de aumentar la relevancia de los resultados estadísticos recogidos, se generaron dos hipótesis comprobables por medio de la prueba del chi cuadrado.

- H_0 = La formulación influye en la calificación de los jueces
- H_1 = La formulación influye en la calificación de los jueces

Cada característica organoléptica fue comparada entre las dos composiciones para comprobar la hipótesis en cada una de ellas, fue calculado el grado de significancia con un resultado de 2 y con un error de 0,05. Aplicando la fórmula se calcula el Chi Cuadrado, el valor con el cual se compara al de la tabla de Chi Cuadrado y se procede a la aceptación o rechazo de la hipótesis H_0 :

$$X^2 = \sum \frac{(f - ft)^2}{ft}$$

Siendo f la frecuencia y ft la frecuencia teórica calculada.

Tabla 31-3: Producto del cálculo de la fórmula de X^2 para su posterior sumatoria

Característica	No me gusta	Indiferente	Me gusta	Sumatoria (Σ)
Sabor 7310	2,2727	5,2609	2,9767	21,021
Sabor 4940	2,2727	5,2609	2,9767	
Color 7310	6,9638	1,5313	9,4626	35,915
Color 4940	6,9638	1,5313	9,4626	
Consistencia 7310	8,8902	4,3636	9,7782	46,064
Consistencia 4940	8,8902	4,3636	9,7782	

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

La tabla de valores de Chi Cuadrado indica para 2 grados de significancia con un error de 0,05 un valor de 5,991, si se compara con los valores de la Tabla 44, todos estos son superiores, por ende, se rechaza la hipótesis H_0 , es decir la diferencia observada no es producto del azar, porque la formulación si influye en la calificación otorgada por cada uno de los individuos que actuaron como jueces del sabor, color y consistencia del yogurt.

Sin lugar a dudas la formulación 7310 es la que mejor calificación obtuvo tanto en su color, como en su sabor y consistencia, siendo así un buen inicio si se desea competir con otras marcas que se encuentran en el mercado nacional por más tiempo.

3.3.7 Operaciones unitarias en el proceso de elaboración.

En la mayoría de procesos de transformación de la materia prima en algún producto final es imposible no encontrar operaciones, en este caso específico que se busca elaborar leche fermentada mejor conocida como yogurt encontramos las siguientes:

a. Mezclado

Esta operación basa su funcionamiento en homogenizar y combinar sustancias que podrían ser miscibles o no. En la elaboración de yogurt, esta operación se presenta tanto al inicio mediante la homogenización para el aumento de sacarosa, como al culminar el proceso al realizar la mezcla para añadir los aditivos, como saborizantes, conservantes y colorantes.

b. Filtrado

Es una operación que consta de la separación de algún elemento sólido insoluble luego de pasar por un medio filtrante, esto se lleva a cabo reteniendo los firmes como efecto de la diferencia de presión presente en un lado y el otro de la una membrana porosa. En la obtención de yogurt esta

operación se presenta para remover los sólidos que ocasionalmente pueden estar presentes en la materia prima (leche) por efecto de descuidos o alguna otra situación durante el ordeño.

c. **Pasteurizado**

Una de las operaciones más importantes cuando se trata de producción de alimentos es la pasteurización ya que cuida la inocuidad de los productos finales, eliminando los microorganismos mediante el incremento de la temperatura a un nivel apenas inferior al necesario para lograr la ebullición de un producto líquido. Enfocados a la elaboración de yogurt es un esencial y crítico para mantener un producto de calidad, ya que en la leche pertenece al grupo de alimentos más susceptibles a ser afectados por microorganismos.

3.3.8 *Dimensionamiento y caracterización de los equipos*

Para obtener los valores que se utilizaran en los balances tanto de masa como de energía, realizándose para ello los siguientes cálculos:

- Se parte por especificar el material de construcción de la marmita, debe ser acero inoxidable 304, al igual que los demás equipos, ya que trabajar con alimentos puede generar corrosión y oxidación en los equipos.
- Como base del dimensionamiento se debe tener en cuenta el volumen, el cual será para este caso específico de 800 L.

3.3.8.1 *Dimensionamiento de la marmita*

➤ **Cálculo del Volumen de la marmita**

El volumen de diseño se multiplica por el factor de seguridad, en este caso el volumen propuesto es 800 L como base para los cálculos de dimensionamiento de los equipos. Se ocupa la siguiente ecuación como base de partida:

$$\mathbf{Ec-1.} \quad x_a = v * 0,15$$

Donde:

- v: volumen inicial que se propuso = 800L=0,8m³
- x_a: volumen adicional que se va a calcular m³
- 0,15: factor de seguridad

$$x_a = 0,8 \text{ m}^3 * 0,15$$

$$x_a = 0,12\text{m}^3$$

A continuación, se ocupa la siguiente ecuación para calcular el volumen total.

$$\text{Ec-2. } V = v + x_a$$

Donde:

- V: Volumen total (m³)
- v: volumen que se propuso= 0,8 m³
- x_a: volumen adicional= 0,12 m³

$$V = 0,8 \text{ m}^3 + 0,12\text{m}^3$$

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

Por cualquier problema que se presente se redondea el dimensionamiento a 1 m³.

➤ **Cálculo del Diámetro de la marmita**

Se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Ec-3. } \emptyset = \sqrt[3]{\frac{4 \times V}{1,75 \times \pi}}$$

Donde:

- Ø: Diámetro del equipo
- v: volumen total (m³)

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

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

Se redondea por cualquier imprevisto a 1 m

➤ **Cálculo del Radio de la marmita**

Se calcula mediante la ecuación:

$$\text{Ec-4. } r = \frac{\emptyset}{2}$$

Donde:

- r: radio del equipo (m)
- Ø: diámetro del equipo (marmita que se va a calcular) (m)

$$r = \frac{1}{2}$$

$$r = 0,5 \text{ m}$$

➤ **Cálculo de la Altura de la marmita**

Se usa la siguiente ecuación, para la altura se realiza los cálculos para dimensionar desde la base hasta el techo del equipo.

$$\text{Ec-5. } h = \frac{v}{\pi \times r^2}$$

Donde:

- h: altura de la marmita (m)
- r: radio del equipo (marmita) (m)
- v: volumen total de la marmita (m)

$$h = \frac{1}{\pi \times 0,5^2}$$

$$h=1,27 \text{ m}$$

➤ **Cálculo del diámetro de la chaqueta de la marmita**

$$\text{Ec-6. } \phi_{ch} = \frac{1}{10} (\phi)$$

Donde:

- ϕ_{ch} : Diámetro de la chaqueta de la marmita
- ϕ : Diámetro de la marmita = 1 m

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

$$\phi_{ch} = 0,1\text{m}$$

➤ **Determinación de las dimensiones del Sistema de agitación**

- **Cálculo de la Longitud del brazo del sistema de agitación**

$$\text{Ec-7. } L_b=80\% (\phi)$$

Donde:

- L_b : Longitud del brazo del sistema de agitación
- ϕ : Diámetro de la marmita= 1m

$$L_b=0,80* (1\text{m})$$

$$L_b=0,8 \text{ m}$$

- **Cálculo del Espesor del rodete del sistema de agitación**

$$\text{Ec-8. } E_r = \frac{1}{10} (L_b)$$

Donde:

- E_r : Espesor del rodete del sistema de agitación
- L_b : Longitud del brazo

$$E_r = \frac{1}{10} (0,8 \text{ m})$$

$$E_r = 0,08 \text{ m}$$

Cálculo del Diámetro del rodete del sistema de agitación

$$\text{Ec-9. } \phi_r = \frac{3}{4}(\phi)$$

Donde:

- ϕ_r : Diámetro del rodete
- ϕ : Diámetro de la marmita = 1 m

$$\phi_r = \frac{3}{4}(1\text{m})$$

$$\phi_r = 0,75\text{m}$$

Cálculo del Diámetro interno de la marmita

$$\text{Ec-10. } \phi_i = \phi - \phi_{ch}$$

Donde:

ϕ_i : Diámetro interno de la marmita (m)

ϕ : Diámetro de la marmita = 1m

ϕ_{ch} : Diámetro de la chaqueta=0,1 m

$$\phi_i = 1 - 0,1$$

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

Determinación de la distancia entre el fondo de la marmita y el rodete

$$\text{Ec-11. } h_r = \frac{1}{3}(\phi_i)$$

Donde:

h_r : Distancia entre el rodete y el fondo de la marmita (m)

ϕ_i : Diámetro interno de la marmita=0,9 m

$$h_r = \frac{1}{3}(0,9)$$

$$h_r = 0,3\text{m}$$

Determinación del Alto de las paletas

$$\text{Ec-12. } A_p = \frac{1}{3}(\phi_r)$$

Donde:

- A_p : Alto de las paletas (m)
- ϕ_r : Diámetro del rodete de la marmita=0,75m

$$A_p = \frac{1}{3}(0,75\text{m})$$

$$A_p = 0,25 \text{ m}$$

Determinación de la Distancia entre rejillas de las paletas

$$\text{Ec-13. } X_r = \frac{L_b}{4}$$

Donde:

- L_b : Longitud del brazo del sistema de agitación=0,8m
- X_r : Distancia entre rejillas de las paletas

$$X_r = \frac{0,8}{4}$$

$$X_r = 0,2 \text{ m}$$

Calculo número de Reynolds

$$\text{Ec-14. } N_{RE} = \frac{\varnothing_r^2 \times N \times \rho}{u}$$

Donde:

- N_{RE} : Numero de Reynolds
- \varnothing_r : Diámetro del rodete=0,75m
- P : Densidad del fluido 1049,30 Kg/m³
- N : Velocidad de rotación es decir 0,55rps o 33 rpm.
- u : viscosidad del fluido =0,6989 kg/ms

$$N_{RE} = \frac{0,8_r^2 \times 0,55 \times 1049,30}{0,6989}$$

$$N_{RE} = 22350,3$$

$$N_{RE} = 2,24 \times 10^6$$

Realizando una búsqueda bibliográfica se obtiene un numero teórico para poder calcular la potencia real, $N_{PO}=5$

Determinación de la Potencia real del agitador

$$\text{Ec-15. } P = \frac{N_{po}}{g_c} \times \rho \times N^3 \times \varnothing_r^5$$

Donde:

- P : Potencia real del agitador
- N_{po} : Numero de potencia obtenida
- N : Velocidad de rotación= 0,55 rps
- p : Densidad del fluido= 1108 kg/m³
- \varnothing_r : Diámetro del rodete=0,75m

- gc: Factor gravitacional= 1kgm/Ns²

$$P = \frac{4}{1} \times 1108 \times 0,55^3 \times 0,75_r^5$$

$$P = 174,98 \text{ W}$$

La potencia calculada genera pérdidas, por lo tanto, toca calcular la potencia consumida por el motor

$$\text{Ec-16. } P_m = \frac{P}{0,3}$$

Donde:

- P_m: Potencia del motor de cada impulsor W
- P: Potencia impartida en el líquido por cada impulsor: 2,38 W

$$P_m = \frac{174,78}{0,3}$$

$$P_m = 582,6 \text{ W}$$

Determinación de la Potencia total del sistema de agitación

$$\text{Ec-17. } P_{\text{motort}} = P_{\text{mo}}(N. \text{ imp})$$

Donde:

- P_{mo}: Potencia consumida por cada impulsor =10,58 W
- N. imp: Numero de impulsores, adimensional 4
- P_{motort}: Potencia total necesitada

$$P_{\text{motort}} = 582,6 \text{ W (4)}$$

$$P_{\text{motort}} = 2330,4 \text{ W}$$

$$P_{\text{motort}} = 2330,4 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} \left(\frac{0,2248 \text{ lbf}}{1 \text{ N}} \right) \left(\frac{3,28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} \right) \left(\frac{1 \text{ Hp}}{550 \text{ lbf} \cdot \text{ft/s}} \right)$$

$$P_{\text{motor total}} = 3,12 \text{ Hp}$$

La potencia que necesita el motor es de 3,12 Hp, pero esa potencia no existe así que se redondeará y se Adquira un motor de 3 Hp

3.3.8.2 *Diseño del tanque de recepción de la leche*

➤ **Determinación del Volumen del tanque de recepción**

$$\text{Ec-18. } V_T = V_{\text{lec}} * (f_s) + V_{\text{le}}$$

Donde:

- V_T : Volumen total del tanque de recepción de la leche (m^3)
- V_{lec} : Volumen de leche a procesar: 800 L
- f_s : Factor de seguridad para el tanque: 15%

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

$$V_T = 920 L = 0,92 m^3$$

➤ **Determinación de la 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.

$$\text{Ec-19. } V_T = h\pi r_T^2$$

Dónde:

- h : Altura del tanque de recepción de la leche (m)
- r_T : Radio del tanque recepción: 0,50m
- V_T : Volumen total del tanque de recepción de la leche: 0,92 m^3

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

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

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

$$h = 1,17 m$$

➤ **Determinación del Área del tanque de recepción**

$$\text{Ec-20. } A_T = 2\pi \cdot r_T \cdot h + \pi r_T^2$$

Dónde:

A_T : Área total del tanque de recepción (m^2)

r_T : Radio del tanque recepción: 0,50m

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

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

$$A_T = 4,46 m^2$$

3.3.8.3 *Determinación de las dimensiones del Fermentador*

➤ **Determinación del Volumen del Pasteurizador**

$$\text{Ec-21. } V_f = V_{yogurt} * f$$

Donde:

- V_f : Volumen del pasteurizador, m^3

- V_{yogurt} : Volumen de la leche, L
- f_s : Factor de seguridad

$$V_{yogurt} = \frac{m_{yogurt}}{\rho_{yogurt}}$$

$$V_{yogurt} = \frac{863.86\text{Kg}}{1110\text{Kg}}$$

$$V_{yogurt} = 0,778 \text{ m}^3$$

$$V_f = 0,778 \text{ m}^3 * 1,2$$

$$V_f = 0,933 \text{ m}^3$$

$$V_f = 0,778 \text{ m}^3 + 0,933 \text{ m}^3$$

$$V_f = 1,70 \text{ m}^3$$

➤ **Determinación de las Dimensiones del pasteurizador**

$$\text{Ec-22. } V_f = \pi * \frac{D^2}{4}$$

Donde:

- D : Diámetro del pasteurizador, m
- H : Altura del pasteurizador, m

Se conoce que: $H = D$

$$V_f = \pi * \frac{D^2}{4}$$

$$V_f = \pi * \frac{D^2}{4}$$

➤ **Determinación del Diámetro del pasteurizador**

$$\text{Ec-23. } D = \sqrt[3]{\frac{4 * V_f}{\pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * 1,7}{\pi}}$$

$$D = 1.3 \text{ m}$$

➤ **Determinación de la Altura del pasteurizador**

En este caso la altura es igual al diámetro como se muestra:

$$H = D$$

$$H = 1,3$$

➤ **Determinación del Radio del pasteurizador**

$$\text{Ec-24. } r_f = \frac{D}{2}$$

$$r_f = \frac{1,3m}{2}$$

$$r_f = 0,65 \text{ m}$$

➤ **Determinación del Área del pasteurizador**

$$\text{Ec-25. } A_f = 2\pi r_f H + 2\pi r_f^2$$

$$A_f = 2\pi (0,65m) (1,3m) + 2\pi(0,65m)^2$$

$$A_f = 7,96m^2$$

3.3.9 Balance de Masa y Energía.

Tabla 32-3: Datos adicionales aplicables

Parámetro	Simbología	Valor	Unidad
Densidad de la leche	ρ leche	1030	Kg/m ³
Gravedad	g	9,8	m/s ²
Densidad del azúcar	ρ azúcar	1587	Kg/m ³
Densidad de la leche en polvo	ρ leche en polvo	557	Kg/m. s
Conductividad térmica del acero	k_a	16,3	W/m. °C
Densidad del yogurt	ρ yogur	1110	Kg/m ³
Viscosidad del yogurt	μ yogur	1,942	Kg/m. s
Densidad del acero	ρ acero	7930	Kg/m ³
Capacidad calorífica del yogurt a 20°C	C_p yogur	3,85	J/Kg. °C
Entalpia de formación de la glucosa	$\Delta \bar{H}_f^{\circ} C_6H_{12}O_6$	1261,5	KJ/mol
Entalpia de formación del ácido láctico	$\Delta \bar{H}_f^{\circ} C_3H_6O_3$	694,51	KJ/mol
Peso molecular de la glucosa	$MC_6H_{12}O_6$	180	Kg/mol
Numero de Prandlt	Pr	7,51	-
Constante de Stefan Boltzman,	σ	$5,67 \cdot 10^{-8}$	W/m ² K ⁴
Emisividad del acero	ϵ_a	0,28	°C ⁻¹
Emisividad del poliuretano	ϵ_p	0,9	°C ⁻¹
Conductividad térmica de la espuma de poliuretano	k_p	0,023	W/m. °C

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

3.3.9.1 Balance de Masa

➤ Cálculos Adicionales

Mediante experimentación se llevó a cabo la producción de yogurt en una fábrica de las que componen la asociación del cantón Chambo, se utilizó 15 L de leche con esto se calculara el dimensionamiento para los 800 L con los cuales se está trabajando en este proyecto.

$$\text{Ec-26. } P_{\text{Lcruda}} = V_L \times \rho_L \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}}$$

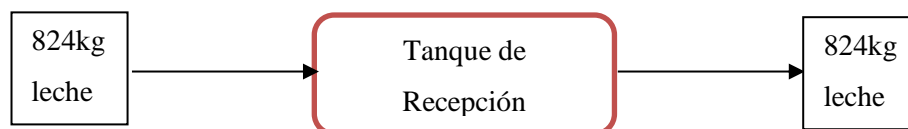
Donde:

- P_{Lcruda} = Peso de la leche (kg)
- V_L = Volumen de la leche = 800 L
- ρ_L = Densidad de la leche = 1030 kg/m³

$$P_{\text{Lcruda}} = 800 \text{ L} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \times \frac{1030 \text{ kg}}{1 \text{ m}^3}$$
$$P_{\text{Lcruda}} = 824 \text{ kg}$$

➤ Tanque de Recepción de la planta

Balance de Masa Tanque de Recepción de la planta



Ec-27. E=S

Donde:

- $E = m_L = 824 \text{ kg}$
- $S = m_L = 824 \text{ kg}$

Rendimiento

Su eficacia teóricamente es del 100% ya que al colocar la leche en el tanque de recepción esta sufre insignificantes pérdidas.

➤ Marmita con Agitación de la planta

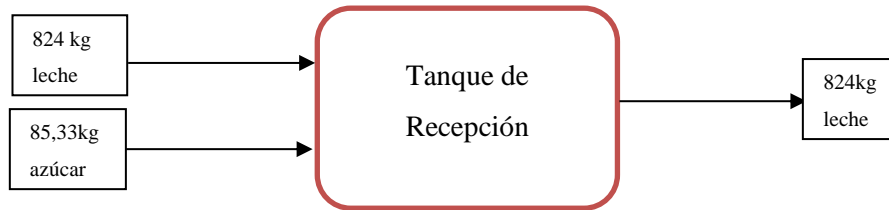
En la experimentación realizada se evidencio que para 15 L de leche se añadió 1,6 kg de azúcar, además de los insumos sorbato de potasio 1,6 g y cultivo termófilo 0,24 g para esta cantidad de leche.

Estos valores obtenidos se relacionan para el volumen de 800 L con el que se va a dimensionar la planta y se obtuvo los siguientes valores con los que se va a trabajar en los balances.

- Azúcar= 85,33 kg
- Sorbato de potasio= 85,33 g
- Cultivo termófilo= 12,8 g

➤ **Mezclado del proceso de la planta**

Balance de masa en la mezcla del proceso:



$$E=S$$

$$Ec-27. E=m_L+m_{az}$$

Donde:

- m_L = masa de la leche = 824kg
- m_{az} =masa de azúcar = 85,33 kg

$$E= 824 \text{ kg} +85,33 \text{ kg}$$

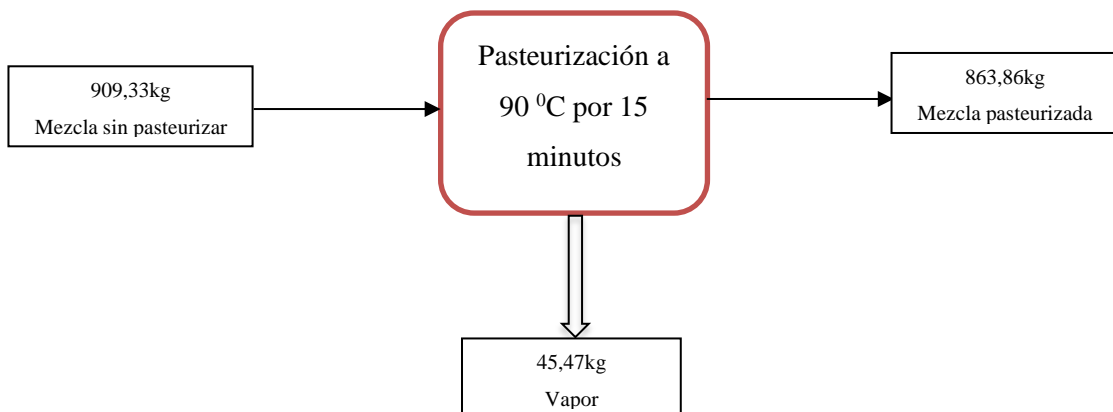
$$E= 909,33 \text{ kg} =S$$

Rendimiento:

Su eficiencia teórica será del 100% en su balance ya que el mezclado se hace en la marmita.

➤ **Pasteurización del proceso**

Balance de masa



$$Ec-28. E= S +E_v$$

Donde:

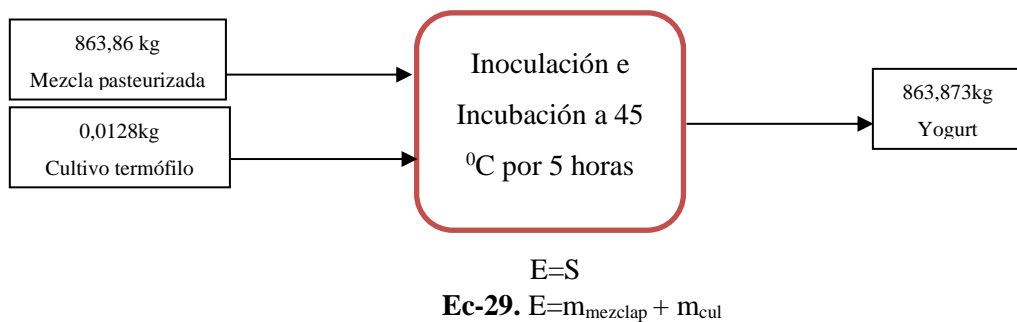
- E_v = Perdida por evaporación

$$E = 909,33 \text{ kg} = S$$
$$S = E - \frac{E \times \%}{100}$$
$$S = 909,33 - \frac{909,33 \times 95}{100}$$
$$S = 909,33 - 863,86$$
$$S = 45,47 \text{ kg}$$

Rendimiento

Existe un porcentaje mínimo de agua que se pierde del contenido total de la mezcla por eso se considera la eficiencia de 95% para el balance en esta etapa teóricamente, pero en el proceso puede aumentar.

➤ **Inoculación e incubación del proceso– Balance de masa**



Donde:

- $m_{mezclap}$ = Masa mezcla pasteurizada= 863,86 kg
- m_{cul} = Masa del cultivo termófilo= 0,0128 kg

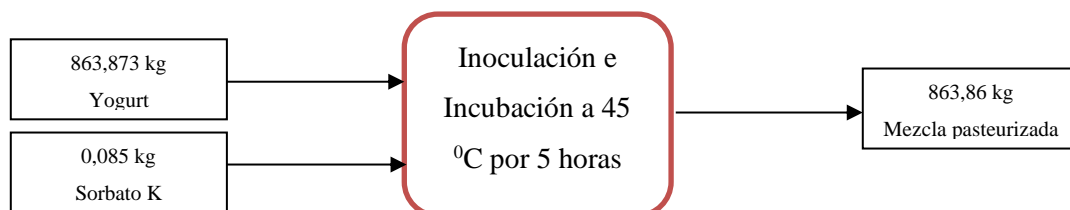
$$E = (863,86 + 0,0128) \text{ kg}$$

$$E = 863,873 \text{ kg} = S$$

Rendimiento

Como no existe perdidas la eficiencia es del 100% teóricamente.

• **Segundo Enfriado del proceso – Balance de Masa**



$$E=S$$

$$\text{Ec-30. } E= m_{\text{yog}} + m_{\text{sorbatoK}}$$

Donde:

- m_{yog} =Masa del yogurt= 863,873 kg
- m_{sorbatoK} = Masa cultivo termófilo= 0,085 kg

$$E= (863,873 + 0,085) \text{ kg}$$

$$E= 863,958 \text{ kg} = S$$

Rendimiento: Como no existen perdidas la eficiencia es del 100 % teóricamente.

3.3.9.2 Balance de Energía.

➤ Pasteurización del proceso

Área de transferencia de calor en el pasteurizador

$$\text{Ec-31. } A= 2 * \pi * r * h$$

Donde:

- A: Área de transferencia de calor
- r: radio de la marmita= 0,5 m
- h: altura de la marmita= 1,3 m

$$A=2 * \pi * 0,5 \text{ m} * 1,3 \text{ m}$$

$$A=4,084 \text{ m}^2$$

Calor que se ha perdido en las paredes de la marmita

$$\text{Ec-32. } Q_M=K_{\text{ac}} * A * \Delta T$$

$$Q_M=K_{\text{ac}} * A * (T_p - T_A)$$

Donde:

- Q_M : Calor perdido en las paredes de la marmita
- K_{ac} : Coeficiente de transferencia de calor del acero: 16,28 W/m².°C
- T_p : Temperatura de pasteurización= 90 °C
- T_A : Temperatura de alimentación= 25 °C
- A: Área de transferencia de calor de la marmita = 4,084 m²

$$Q_M = 16,28 \frac{W}{m^2 \cdot C} \times 4,084 m^2 (90 - 25) C$$

$$Q_M=4321,69 \text{ W}$$

$$Q_M=4,32 \text{ KW}$$

Capacidad calorífica de la leche cruda en el proceso

$$\text{Ec-33. } C_{p_{Lcr}} = 41,8 * W_{ag} + (13,71+0,112(\emptyset)) * TS$$

Donde:

- $C_{p_{Lcr}}$: Capacidad calórica de la leche
- TS: Solidos no grasos=8,22%
- W_{ag} : Contenido de agua= 87,8%
- \emptyset : Temperatura de pasteurización de la leche=90°C

$$C_{p_{Lcr}}=41,8 * 8780 + (13,71+0,112(90)) * 8,22$$

$$C_{p_{Lcr}} = 3865,59 \frac{J}{Kg C}$$

Calor ganado por la leche en el proceso

$$\text{Ec-34. } Q_L = \frac{m_L}{t} \times C_{p_{Lcr}} \times (T_P - T_A)$$

Donde:

- Q_L : Calor ganado por la leche
- m_L : Masa de leche que ingresa =824 kg
- T_P : Temperatura de pasteurización= 90 °C
- T_A : Temperatura de alimentación= 25 °C
- $C_{p_{Lcr}}$: Capacidad calórica de la leche= 3822,23 J/ kg °C
- t: tiempo de pasteurización- 15 min=900 s

$$Q_L = \frac{824 \text{ kg}}{900s} \times 3822,23 \frac{J}{Kg C} \times ((90 - 25)C)$$

$$Q_L = 227465,15 W$$

$$Q_L = 227,47 KW$$

Calor suministrado por la caldera en el proceso

$$\text{Ec-35. } Q_{Lcr}=Q_C+Q_M$$

$$Q_C =Q_{Lcr} - Q_M$$

Donde:

- Q_C : Calor suministrado por la caldera
- Q_M : Calor perdido en las paredes de la marmita=4,32KW
- Q_{Lcr} : Calor ganado por la leche=227,47 KW

$$Q_C = (227,47 - 4,32) \text{ KW}$$

$$Q_C = 223,15 \text{ KW}$$

Coefficiente global de transferencia de calor en el pasteurizador

$$\text{Ec-36. } Q_{Lcr} = U * A * \Delta T$$

$$U = \frac{Q_{Lcr}}{A_p * \Delta T}$$

Donde:

- U: Coeficiente global de transferencia de calor
- Q_{Lcr} : Calor ganado por la leche = 227,47 KW
- T_p : Temperatura de pasteurización = 90 °C
- T_A : Temperatura de alimentación = 25 °C
- A_p : Área de transferencia de calor del pasteurizador = 4,08 m²

$$U = \frac{227,47 \text{ KW}}{4,08 \text{ m}^2 * (90 - 25) \text{ C}}$$

$$U = 0,857 \frac{\text{KW}}{\text{m}^2 \text{C}}$$

➤ Fermentador de la planta

Balance de energía enfriamiento 1 en el proceso

$$\text{Ec-37. } Q_M = k_{ace} * A_m * \Delta T$$

$$Q_M = k_{ace} * A_m * (T_F - T_P)$$

Donde:

- k_{ace} : Coeficiente de transferencia de calor del acero = 16,28 W/m²C
- T_p : Temperatura de pasteurización = 90 °C
- T_F : Temperatura de fermentación = 45 °C
- Q_M : Calor perdido por las paredes de la marmita, KW
- A_m : Área de transferencia de calor de la marmita = 4,08 m²

$$Q_M = 16,28 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{C}} * (4,08 \text{ m}^2) * (45 - 90) \text{ C}$$

$$Q_M = -2989,01 \text{ W}$$

$$Q_M = -2,99 \text{ KW}$$

Capacidad calórica de la leche en el proceso del enfriado 2

$$\text{Ec-38. } C_{p_{Lcr}} = 41,8 * W_a + (13,71 + 0.112(\theta)) * TS$$

Donde:

- W_a : Contenido de agua= 87,8 %
- TS: Solidos no grasos= 8,22 %
- θ : Temperatura de fermentación de la leche cruda= 45 °C
- $C_{p_{Lcr}}$: Capacidad calórica de la leche

$$C_{p_{Lcr}} = 41,8 * 87,8 + (13,71 + 0.112(45)) * 8,22$$

$$C_{p_{Lcr}} = 3824,17 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

Calor perdido por la leche en el proceso del enfriado 2

$$\text{Ec-39. } Q_L = \frac{m_L}{t} \times C_{p_{Lcr}} \times (T_P - T_A)$$

Donde:

- Q_L : Calor ganado por la leche
- m_L : Masa de leche que ingresa =824 kg
- T_P : Temperatura de pasteurización= 90 °C
- T_A : Temperatura de fermentación= 45 °C
- t: tiempo de enfriado- 5 min=300 s
- $C_{p_{Lcr}}$: Capacidad calórica de la leche= 3822,23 J/ kg °C

$$Q_L = \frac{824 \text{ kg}}{300\text{s}} \times 3865,59 \frac{\text{J}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} \times ((45 - 90)\text{C})$$

$$Q_L = -477786,92 \text{ W}$$

$$Q_L = -477,79 \text{ KW}$$

Calor ganado por el agua de enfriamiento en el enfriado 2

$$\text{Ec-40. } Q_{Lcr} = Q_{H2O} + Q_M$$

$$Q_{H2O} = Q_{Lcr} - Q_M$$

Donde:

- Q_{Lcr} : Calor perdido por la leche=-477,79 KW
- Q_{H2O} : Calor ganado por el agua de enfriamiento
- Q_M : Calor perdido en las paredes de la marmita= -2,99 KW

$$Q_{H2O} = -(-477,79 - 2,99) \text{ KW}$$

$$Q_{H2O} = 480,78 \text{ KW}$$

Coefficiente global de transferencia de calor en el proceso

$$\text{Ec-41. } Q_{Lch} + Q_{Lcr} = U * A_p * \Delta T$$

$$\text{Ec-42. } U = \frac{Q_{Lch} + Q_{Lcr}}{A \times \Delta T}$$

Donde:

- U: Coeficiente global de transferencia de calor
- Q_{H_2O} : Calor ganado por el agua de enfriamiento= -480,78
- T_p : Temperatura de la pasteurización= 90 °C
- T_f : Temperatura de la fermentación= 45 °C
- A_p : Área de transferencia de calor del pasteurizador=4,08 m²

$$U = \frac{-480,78 \text{ KW}}{4,08 \text{ m}^2 \times (45 - 90) \text{ C}}$$

$$U = 2,62 \frac{\text{KW}}{\text{m}^2 \text{ C}}$$

➤ **Balance de energía en la etapa de fermentación**

Calor ganado por el ambiente en el proceso

$$\text{Ec-43. } Q_{ganado} = Q_{perdido}$$

$$\text{Ec-44. } Q_{ambiente} = Q_{Rx} + Q_{pared}$$

Donde:

- $Q_{ambiente}$: Calor ganado por el ambiente, KW
- Q_{Rx} : Calor desprendido por la reacción de fermentación, KW
- Q_{pared} : Calor perdido por las paredes, KW

Cálculo del número de Grashof del proceso

$$\text{Ec-45. } G_r = \frac{H^3 \times \rho^2 \times g \times \beta \times \Delta T}{u_m^2}$$

Donde;

- G_r : Numero de Grashof
- h: Altura de la marmita=1,3 m
- ρ : Densidad=1030 kg/m³
- u_m : Viscosidad=0,997 kg/ms
- g: Gravedad= 9,8 m/s²

- β : Coeficiente de expansión volumétrica= $21 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- T_A : Temperatura ambiente= $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- T_F : Temperatura de fermentación= $45 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$G_r = \frac{(1,3 \text{ m})^3 \times (1030 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})^2 \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 0,21\text{C}^{-1} \times (45 - 25)\text{C}}{0,997 \frac{\text{kg}^2}{\text{ms}}}$$

$$G_r = 0,965 \times 10^8$$

$$P_r = 7,54$$

$$G_r P_r = 0,965 \times 10^8 (7,54)$$

$$G_r P_r = 0,728 \times 10^9$$

Cálculo de coeficiente de convección interno del proceso:

$$\text{Ec-46. } h_{ci} = \frac{k}{H} 0.59 (G_r P_r)^{\frac{1}{4}}$$

Donde:

- h_{ci} : Coeficiente de convección interno
- k : Coeficiente de transmisión térmica del yogurt= $0,399 \text{ W/m. }^{\circ}\text{C}$
- G_r : Numero Grashof
- H : Altura de la marmita= $1,3 \text{ m}$
- P_r : Número de Prandlt

$$h_{ci} = \frac{0,399 \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot\text{C}}}{1,3 \text{ m}} 0.59 (0,728 \times 10^9)^{\frac{1}{4}}$$

$$h_{ci} = 29,75 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}}$$

Coeficiente de convección del aire en el proceso:

$$\text{Ec-47. } h_{co} = 1,42 \left(\frac{\Delta T}{H} \right)^{\frac{1}{4}}$$

Donde:

- T_A : Temperatura ambiente= $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- h : Altura de la marmita= $1,3 \text{ m}$
- T_F : Temperatura de fermentación= $45 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- h_{co} : Coeficiente de convección del aire

$$h_{co} = 1,42 \left(\frac{45^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}}{1,3 \text{ m}} \right) \frac{1}{4}$$

$$h_{co} = 2,81 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}}$$

Coefficiente de radiación en el proceso

$$\text{Ec-48. } h_{ro} = \varepsilon * \vartheta * (T_F^4 - T_A^4)$$

Donde:

- ε : Constante de emisividad del material=0,28
- T_A : Temperatura del ambiente= 25 °C=298,15 K
- T_F : Temperatura de la fermentación= 45 °C=318,15 K
- σ : Constante de Stefan Boltzman =5,67x10⁻⁸ W/m²k⁴

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

$$h_{ro} = 37,20 \text{ W/m}^2$$

Calor perdido por las paredes en el proceso

$$\text{Ec-49. } Q_{par} = \frac{T_F - T_A}{R_{conv} + R_{cond} + R_{rad}}$$

$$\text{Ec-50. } Q_{par} = \frac{T_F - T_A}{\frac{1}{2\pi f H h_{ci}} + \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi H k_{ace}} + \frac{\ln \frac{r_3}{r_2}}{2\pi H k_{ais}} + \frac{1}{2\pi r_2 H (h_{co} + h_{ro})}}$$

Donde:

- Q_{pared} : Calor perdido por las paredes
- T_F : Temperatura de la fermentación=45 °C
- T_A : Temperatura del ambiente=25 °C
- r_3 : Radio externo con el material aislante= 0,758 m
- H : Longitud del fermentador=1,3 m
- h_{co} : Coeficiente de convección del aire=2,69 W/m²°C
- r_f : Radio del fermentador= 0,65 m
- r_2 : Radio externo del fermentador= 0,738 m
- h_{ro} : Coeficiente de radiación=36,23 W/m²°C
- k_{acero} : Coeficiente de transmisión térmica del material= 16,28 W/m². °C
- k_{ais} : Coeficiente de trasmision térmica del material aislante=0,023 W/m². °C
- h_{ci} : Coeficiente de convección interna= 22,44 W/m²°C

$$Q_{par} = \frac{45 - 25 \text{ C}}{\frac{1}{2\pi(0,65m)(1,3m)(22,44)} + \frac{\ln\frac{0,738}{0,65}}{2\pi(1,3)(16,28)} + \frac{\ln\frac{0,758}{0,738}}{2\pi(1,3)(0,023)} + \frac{1}{2\pi(0,738)(1,3)(2,69+36,23)}}$$

$$Q_{par} = \frac{20 \text{ C}}{(8,39 \times 10^{-3} + 9,55 \times 10^{-4} + 4,26 \times 10^{-3}) \frac{W}{C}}$$

$$Q_{pared} = -1470,05 \text{ W}$$

El tiempo que se realizará la fermentación será de 5 horas, así que el flujo de calor será:

$$Q_{par} = -1470,05 \frac{J}{s} \left(\frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \right) \times 5 \text{ h}$$

$$Q_{par} = -2,7 \times 10^7 \text{ J}$$

$$Q_{par} = -2650 \text{ KJ}$$

Se considera su capacidad calórica a la temperatura de fermentación (45⁰ C), ya que el yogurt es un derivado de la leche y suele conservar sus propiedades algunas horas.

$$\text{Ec-51. } Q_{par} = m \times Cp \times \Delta T$$

$$\text{Ec-52. } \Delta T = \frac{Q_{par}}{m \times Cp}$$

Donde:

- ΔT : Variación de temperatura
- Cp: Capacidad calórica= 3824,17 J/Kg C
- m: Masa de la leche= 824 kg
- Q_{par} : Calor perdido por las paredes=2,7x10⁷ J

$$\Delta T = \frac{2,7 \times 10^7}{824 \text{ kg} \times 3824,17 \frac{J}{Kg \text{ C}}}$$

$$\Delta T = 8,56 \text{ C}$$

Para que el tanque no pierda temperatura es necesario aplicar un recubrimiento que ayude a evitar esto, para ello se usará espuma de poliuretano ya que es de bajo costo y tiene una baja conductividad térmica.

Cálculo del calor perdido al ser adicionado el aislante térmico en el equipo

Se utilizó un aislante térmico con un espesor de 20 mm para mejorar el equipo

$$\text{Ec-53. } r_2 = r_3 + e_{ais}$$

Donde

- r_2 : Radio externo con el material aislante
- r_3 : Radio externo del fermentador= 0,738
- e_{ais} : Espesor del aislante= 0.02 m

$$r_2=0,738m+0,02m$$

$$r_2=0,758m$$

Con la inclusión del aislante se da un cambio de temperatura en la pared externa de la marmita, por lo que se debe recalcular los coeficientes de convección y radiación.

$$\mathbf{Ec-54.} \quad q = q_{cond} - q_{conv+rad}$$

$$\mathbf{Ec-55.} \quad q = \frac{T_F - T_{ais}}{\frac{e_{aislante}}{A_{aisl} * k_{ais}}} - \frac{T_{ais} - T_A}{\frac{1}{A_{ext}(h_{co1} + h_{ro1})}}$$

Donde:

- $e_{aislante}$: Espesor del aislante= 0,02m
- A_{ais} : Área del aislante= 4,08 m²
- A_{ext} : Área de la cara externa= 4,10 m²
- T_F : Temperatura de fermentación= 45 °C
- T_A : Temperatura del ambiente= 25 °C
- h_{co1} : Coeficiente de convección del aire=2,69 W/m²C
- h_{ro1} : Coeficiente de radiación= 36,24 W/m²C
-

$$q = \frac{45 - 25,571}{\frac{0,02}{4,08 * 0,023}} - \frac{25,571 - 25}{\frac{1}{4,1(2,69 + 36,24)}}$$

$$q = 91,2 - 91,2$$

A esta temperatura son iguales por lo tanto se debe elegir nuevos coeficientes de radiación y convección

$$\mathbf{Ec-56.} \quad Q_{par} = \frac{T_F - T_A}{\frac{1}{2\pi f H h_{ci}} + \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi H k_{ace}} + \frac{\ln \frac{r_3}{r_2}}{2\pi H k_{ais}} + \frac{1}{2\pi r_2 H (h_{co} + h_{ro})}}$$

Donde:

- Q_{par} : Calor perdido por las paredes
- T_F : Temperatura de fermentación=45 °C
- T_A : Temperatura del ambiente=25 °C
- r_3 : Radio externo con el material aislante= 0,758 m

- H: Longitud del fermentador=1,3 m
- k_{acero} : Coeficiente de transmisión térmica del material= 16,28 W/m². °C
- k_{ais} : Coeficiente de transmisión térmica del material aislante=0,023 W/m². °C
- r_f : Radio del fermentador= 0,65 m
- r_2 : Radio externo del fermentador= 0,738 m
- h_{ei} : Coeficiente de convección interna= 22,44 W/m²°C
- h_{co} : Coeficiente de convección del aire=2,69 W/m²°C
- h_{ro} : Coeficiente de radiación=36,23 W/m²°C

$$Q_{par} = \frac{45 - 25 C}{\frac{1}{2\pi(0,65m)(1,3m)(22,44)} + \frac{\ln \frac{0,738}{0,65}}{2\pi(1,3)(16,28)} + \frac{\ln \frac{0,758}{0,738}}{2\pi(1,3)(0,023)} + \frac{1}{2\pi(0,738)(1,3)(2,69+36,23)}}$$

$$Q_{par} = \frac{20 C}{(8,39 \times 10^{-3} + 9,55 \times 10^{-4} + 0,14 + 4,26 \times 10^{-3}) \frac{W}{C}}$$

$$Q_{pared} = -130,20 W$$

El tiempo que se realizará la fermentación será de 5 horas, así que el flujo de calor será:

$$Q_{par} = -130,20 \frac{J}{s} \left(\frac{3600 s}{1 h} \right) \times 5h$$

$$Q_{par} = -2,34 \times 10^6 J$$

$$Q_{par} = -2343,6 KJ$$

Se considerará su capacidad calórica a la temperatura de fermentación (45⁰ C).

$$\text{Ec-57. } Q_{par} = m \times Cp \times \Delta T$$

$$\text{Ec-58. } \Delta T = \frac{Q_{par}}{m \times Cp}$$

Donde:

- ΔT : Variación de temperatura
- Cp: Capacidad calórica= 3824,17 J/Kg C
- Q_{par} : Calor perdido por las paredes=2,34x10⁶ J
- m: Masa de la leche= 824 kg

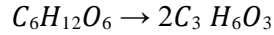
$$\Delta T = \frac{2,34 \times 10^6}{824 kg \times 3824,17 \frac{J}{Kg C}}$$

$$\Delta T = 0,74 C$$

Con esto se obtiene mejores resultados en el proceso ya que no existen pérdidas altas de temperatura.

Calor generado en la fermentación del proceso

La ecuación química que ocurre durante la fermentación de la glucosa, se expresa de la siguiente manera:



$$\text{Ec-59. } \Delta H^{\circ}rxn = \sum \Delta H^{\circ}productos - \sum \Delta H^{\circ}reactivos$$

Dónde:

- $\Delta H^{\circ}C_6H_{12}O_6 = -1261,5 \text{ KJ/mol}$
- $\Delta H^{\circ}C_3H_6O_3 = -624,51 \text{ KJ/mol}$

$$\Delta H_{rxn} = 2 \left(-624,51 \frac{\text{Kj}}{\text{mol}} \right) - \left(-1261,5 \frac{\text{Kj}}{\text{mol}} \right)$$

$$\Delta H_{rxn} = 127,52 \frac{\text{Kj}}{\text{mol}}$$

Calor producido por cada Kg de glucosa fermentada

$$\text{Ec-60. } Q = \Delta H_{rxn} \times PM_{C_6H_{12}O_6}$$

Donde:

- Q_g : Calor generado por cada Kg de glucosa
- ΔH_{rxn} : Entalpia de reacción formada=127,52 kj/mol
- $PM_{C_6H_{12}O_6}$ =Peso molecular de la glucosa= 180kg/mol

$$Q = \left(127,52 \frac{\text{Kj}}{\text{mol}} \right) * \left(\frac{\text{mol}}{180 \text{Kg } C_6H_{12}O_6} \right)$$

$$Q = 0,708 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}}$$

Masa de la lactosa que se da en el proceso

$$\text{Ec-61. } mlac = m_m * {}^{\circ}\text{Brix}$$

Donde:

- $mlac$: masa lactosa
- m_m : masa leche= 824 kg
- ${}^{\circ}\text{Brix}$: Grados Brix de la leche=8,21 $^{\circ}$ Brix

$$m \text{ lactosa} = 824 \text{Kg lech} * \frac{8.21 \text{Kg lactosa}}{100 \text{Kg lech}}$$

$$m \text{ lactosa} = 67,65 \text{ Kg lactosa}$$

La lactosa es hidrolizada y se rompe dando galactosa y glucosa a través de su reacción química, por lo que de la masa de lactosa que fue 67,65 Kg, la mitad es glucosa es decir de 33,83 Kg.

$$\text{Ec-62. } Q = Q_g * m_g$$

Donde:

- Q_g : Calor generado por cada Kg de glucosa: 0,708 kj/kg
- m_g : Masa de glucosa: 33,89 kg

$$Q = 0,708 \text{ kj/kg} * 33,89 \text{ kg}$$

$$Q = -23,99 \text{ kj}$$

El calor que se produce con la fermentación en el tiempo de 5 horas que dura la fermentación

$$\text{Ec-63. } Q_{RX} = \frac{Q}{t}$$

Donde:

- Q_{RX} : Calor de reacción
- Q : calor glucosa = -23,99 kj
- t : tiempo de reacción = 5h

$$Q_{RX} = \frac{-23,99 \text{ kj}}{5 \text{ h}}$$

$$Q_{RX} = -4,80 \text{ kj/h}$$

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

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

Calor del ambiente del proceso

$$\text{Ec-64. } Q_{ganado} = Q_{perdido}$$

$$\text{Ec-65. } Q_{ambiente} = Q_{Rx} + Q_{pared}$$

Donde:

- Q_{ambiente} : Calor ambiente
- Q_{RX} : Calor reacción = $-1,33 \times 10^{-3}$ KW
- Q_{Perdida} : Calor perdido en las paredes = 0,18 KW

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

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

➤ **Balance de energía en la etapa de enfriamiento 2**

$$\text{Ec-66. } Q_{\text{perdido}} = Q_{\text{ganado}}$$

$$\text{Ec-67. } Q_{\text{yo}} + Q_{\text{P}} = Q_{\text{H}}$$

Donde:

- Q_{Yo} : Calor perdido por el yogurt, KW
- Q_{P} : Calor perdido por las paredes del serpentín, KW
- Q_{H} : Calor ganado por el agua de enfriamiento, KW
- **Calor perdido por las paredes del serpentín**

$$\text{Ec-67. } Q_{\text{P}} = k_{\text{ace}} * A_{\text{S}} * \Delta T$$

$$Q_{\text{P}} = k_{\text{ace}} * A_{\text{S}} * (T_{\text{E}} - T_{\text{F}})$$

Donde:

- Q_{P} : Calor perdido por las paredes
- T_{E} : Temperatura de enfriamiento, 25 °C
- T_{F} : Temperatura de fermentación, 45 °C
- k_{ace} : Coeficiente de transmisión térmica del material = 16,28 W/m². °C
- A_{S} : Área de transferencia de calor del pasteurizador = 4,08 m²

$$Q_{\text{P}} = 16,28 \frac{\text{W}}{\text{M}^2 \cdot ^\circ\text{C}} * 4,08 \text{ m}^2 * (25 - 45)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{M3}} = -1328,45,5 \text{ W}$$

$$Q_{\text{M3}} = -1,33 \text{ KW}$$

Calor perdido por el yogurt en el proceso

$$\text{Ec-68. } Q_{\text{Y}} = m_{\text{yo}} * C_{\text{p}_{\text{yo}}} * (T_{\text{E}} - T_{\text{F}})$$

Donde:

- m_{yo} : masa del yogurt=0,24 kg/s
- C_{pyo} : Capacidad calórica del yogurt=3,85 KJ/Kg C
- T_E : Temperatura de enfriamiento, 25 °C
- T_F : Temperatura de fermentación, 45 °C

$$Q_y = 0,24 \frac{Kg}{s} * 3,85 \frac{H}{Kg^{\circ}C} * (25 - 45)C$$

$$Q_{y3} = -18,48 KW$$

Calor ganado por el agua en el proceso

$$\text{Ec-69. } Q_{H2O} = Q_y + Q_p$$

Donde:

- Q_{H2O} : Calor ganado por el agua
- Q_y : Calor perdido por el yogurt= -18,46 kw
- Q_p : Calor perdido por las paredes=-1,33 Kw

$$Q_H = -(-18,46 KW - 1,33KW)$$

$$Q_{H3} = 19,79 KW$$

Coefficiente global de transferencia de calor en la etapa del enfriamiento 2

$$\text{Ec-70. } Q_{H2} = U_3 * A_s * \Delta T$$

$$\text{Ec-71. } U_3 = \frac{QH_2}{A_s * \Delta T}$$

Donde:

- U : Coeficiente global de transferencia de calor el enfriamiento 2
- T_F : Temperatura de fermentación: 45 °C
- T_A : Temperatura ambiente: 25 °C
- QH : Calor ganado por el agua de enfriamiento: 19,79 KW
- A : Área de transferencia de calor del pasteurizador: 4,08 m²

$$U_3 = \frac{-19,79KW}{4,08 m^2 * (25 - 45)}$$

$$U_3 = 0,24 KW/m^2 C$$

3.3.9.3 Resultado de diseño y dimensionamiento de los equipos

Tabla 33-3: Resultado del diseño y dimensionamiento de los equipos

Equipo	Descripción	Valores
Tanque de recepción de la leche	Recipiente fabricado de acero inoxidable 304 donde se deposita la materia prima, leche pura recién ordeñada para el posterior uso en el proceso de elaboración de yogurt. Este debe ser cuidadosamente lavado tras cada recolección ya que aquí se deposita la materia prima que será usada en todo el proceso.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Volumen: 0,92 m³ ➤ Diámetro: 1m ➤ Altura: 1,17 m ➤ Radio:0,5m ➤ Capacidad: 800 L ➤ Area del tanque: 4,42 m²
Pasteurizador	El pasteurizador es un recipiente en el que se realiza el proceso industrial en el cual se elimina la mayoría de flora bacteriana que pueda estar en la leche, es de acero inoxidable como todo equipo que se usa para tratar alimentos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Altura: 1,3 m ➤ Diámetro: 1,3 m ➤ Capacidad: 800 L ➤ Área: 7,96m²
Marmita	Es un equipo fabricado de acero inoxidable 304, que cuenta con un tanque de fermentación con un serpentín en su interior por donde pasa agua como liquido de enfriamiento.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Volumen: 0,92 m³ ➤ Diámetro: 1 m ➤ Radio:0,5 m ➤ Altura: 1,3 m ➤ Diámetro de la chaqueta: 0,1 m
Sistema de agitación	Está dotado de un sistema de agitación de 4 paletas, para homogenizar los aditivos al final del proceso. En este equipo se lleva a cabo 3 etapas un enfriamiento previo, la fermentación y un enfriamiento final.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Longitud del brazo: 0,8 m ➤ Diámetro del rodete: 0,75 m ➤ Diámetro interno:0,9 m ➤ Distancia entre el fondo y el rodete: 0,3 m ➤ Espesor del rodete:0,08 m ➤ Alto de las paletas: 0,25m ➤ Distancia entre orificios de paletas: 0,2 m ➤ Numero de Reynolds: 2,24x10⁶ ➤ Potencia del motor: 3 HP
Envasadora	Equipo fabricado de acero inoxidable de 304, es un sistema semiautomático compuesto por 2 válvulas que coloca el yogurt en las botellas.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Numero de válvulas: 2 ➤ Requerimiento eléctrico: 220V

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Para la implementación de la planta en el cantón Chambo es importante, que los equipos que se fabriquen o adquieran cumplan con los valores estipulados en el dimensionamiento realizado, ya que se necesita contar con un tanque de recepción para la cantidad de litros con los que se va a trabajar (800L), además del sistema de agitación con un motor de agitación de 3 Hp, y los demás equipos como son el fermentador y la marmita que deben ser para la cantidad de litros con los que se va a trabajar y teniendo en cuenta el tamaño del lugar donde se va a construir, asimismo el

material a usar será acero inoxidable ya que ese material es utilizado cuando se manipula alimentos.

3.3.9.4 Validación del producto terminado y proceso.

Por medio de un estudio físico, químico y microbiológico, se corrobora el producto terminado que se va a obtener, así como el proceso, tomando en cuenta a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 LECHES FERMENTADAS, que es la regla que rige y mide la calidad de los productos en el país, en la siguiente tabla se puede ver los resultados teniendo en cuenta que se usó la leche pura obtenida en el cantón Chambo para obtener el producto

Tabla 34-3: Análisis físico, químico y microbiológico del yogurt obtenido

Análisis	Procedimiento	Resultado	Unidades	NTE INEN 2395:2011	
				Min %	Max %
Coliformes Totales	Siembra en masa	Inexistente	UFC/g	---	10
Escherichia Coli	Siembra en masa	Inexistente	UFC/g	---	<1
Recuento de mohos y levaduras	Siembra en masa	10<	UFC/g	---	200
Grasa	INEN 523	5,1	%	2,5	---
Proteína	INEN 1870	3,90	%	2,7	---

Fuente: Productos alimentarios “SAN SALVADOR”

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Todo producto nuevo que se introduce en el mercado debe ser sometido a estándares altos de calidad para que este sea considerado como un producto apto para el consumo humano, en nuestro país estos estándares los delimita las normas INEN, para el yogurt es la norma NTE INEN 2395:2011, dicho esto se puede evidenciar que los valores obtenidos para los análisis físicos, químicos y microbiológicos que se muestran en la Tabla cumplen con la normativa, además de comprobar que no posee ningún tipo de microorganismo o aditivo que pueda ser perjudicial, por lo cual se le considera un producto de alta calidad, que cumple con todas las normativas y es apto para el consumo humano.

3.4 Proceso de producción

El proyecto para la producción está orientado para las microempresas que conforman la asociación de lecheros del cantón Chambo, tomando como base un volumen manipulable con el que puedan trabajar, además de buscar generar mejores ingresos en esta población y crear fuentes

de trabajo con la implementación de la planta, considerando que en la localidad se producen 40000 litros de leche, de los cuales la mayoría va a parar a fabricas independientes de la asociación, solo un porcentaje pequeño es usado por unas pequeñas fabricas que se dedican a la producción de queso, tomando en cuenta esto se vio la opción de crear su propio producto en este caso yogurt usando la materia prima existente en el cantón, para esto se destinó 800 L para el diseño, el tipo de producción que se utilizara es de tipo Batch, ya que la leche solo se obtiene por las mañanas y es importante que este fresca para realizar el proceso y así obtener un producto de alta calidad, además porque es una nueva línea de producción en la asociación.

3.4.1 *Materia prima e insumos para la obtención del yogurt*

Tabla 35-3: Materia prima e insumos para la obtención del yogurt

Insumos	Cantidad	Unidad
Azúcar	85,53	<i>Kg</i>
Leche cruda de ganado bovino	800	L

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

En la Tabla se puede visualizar la cantidad de insumos que van a ser utilizados en la planta para que el proceso se realice de manera óptima, con una producción máxima de 800 litros diarios para la cual será necesario 85,33 kg de azúcar para poder endulzar el yogurt que se va a realizar.

Tabla 36-3: Insumos para la producción de yogurt.

Insumos	Cantidad	Unidad
Sorbato de potasio	0,048	<i>Kg</i>
Leche en polvo	1,6	kg
Cultivo termófilo	0,013	<i>Kg</i>
Saborizante	1,440	L
Colorante	0,72	L

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

En la Tabla se puede apreciar los insumos que son usados para el proceso de la elaboración de yogurt, los cuales son el sorbato de potasio, leche en polvo, además el cultivo termófilo que es el más importante junto con la leche, ya que este hace que se realice la fermentación láctica.

Además de considerar los colorantes y saborizantes, que permiten dar diferentes sabores y colores al producto final, en este caso se usó un colorante naranja con un saborizante de durazno para realizar el proceso.

3.4.2 Diagrama del proceso.

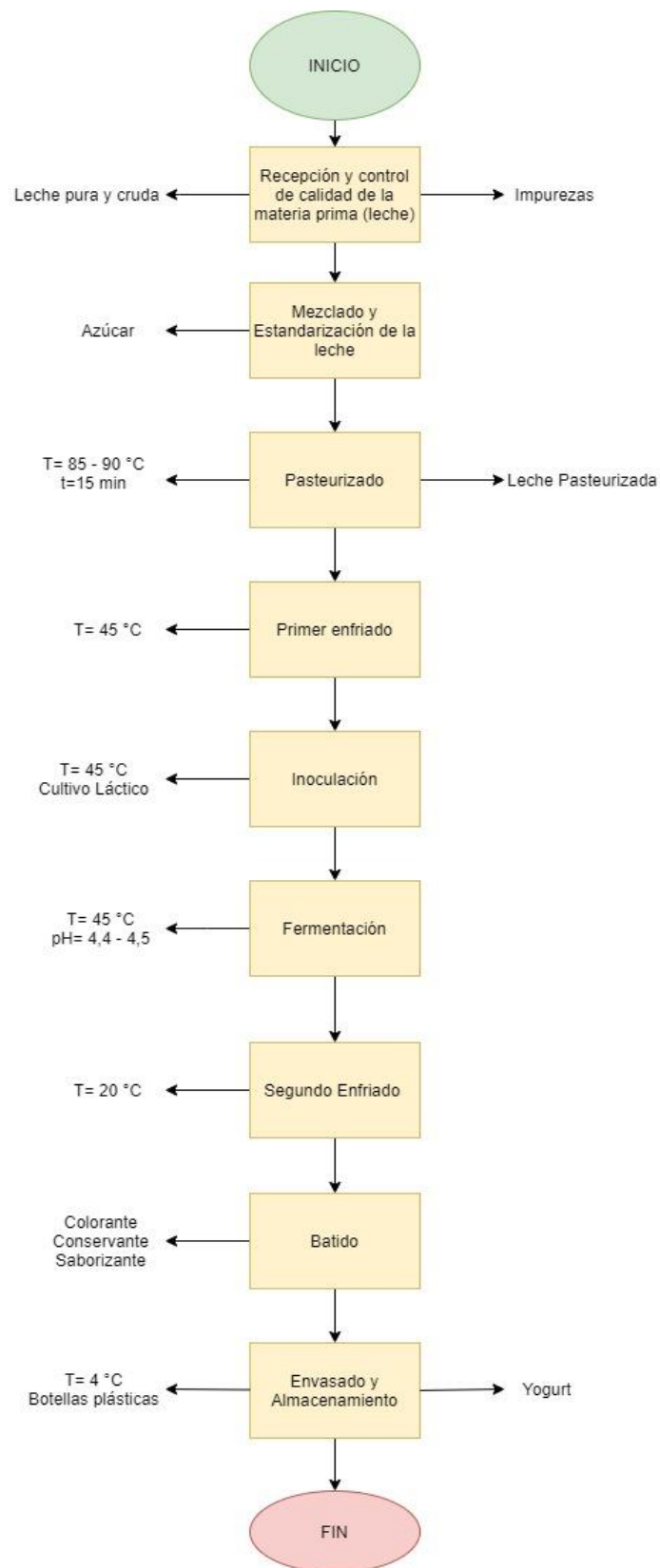


Gráfico 4-3. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de yogurt

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

3.4.2.1 Descripción del diagrama

3.4.2.1.1 Recepción y control de calidad de la materia prima

Al comienzo de la línea para la producción del yogurt, se cuenta con un tanque receptor con volumen adecuado para depositar la leche pura que va a ser procesada, el cual está fabricado con acero inoxidable 304, este tanque cuenta con un lienzo en donde se filtra la leche con el propósito de retirar todos los contaminantes sólidos provenientes del ordeño o en el momento de transportar la leche, además de aquello previo a ser colocada en el tanque receptor se hace un control de calidad a la leche, para determinar si es apta para ser utilizada en el proceso.

3.4.2.1.2 Mezclado y Estandarización

La leche se transporta a la marmita con agitación de acero inoxidable 304, en donde se le agrega la sacarosa (azúcar), esto se hace a una temperatura de 35°C, para su posterior pasteurización.

3.4.2.1.3 Pasteurizado

Luego de haber realizado el mezclado se efectúa un pasteurizado a 85-90°C, para así tener la seguridad que se dé la eliminación térmica de microorganismos presentes en la leche asegurando así su calidad e inocuidad en el producto terminado.

3.4.2.1.4 Primer enfriado

Después a la leche pasteurizada se le somete a un enfriado en la marmita, donde el agua circula por la chaqueta actuando como fluido refrigerante a una temperatura promedio de 14°C, la leche se enfría a una temperatura de 45°C, la que es una temperatura óptima para el desarrollo de las bacterias lácticas importantes para la elaboración del yogurt.

3.4.2.1.5 Inoculación

Cuando se ha alcanzado la temperatura de 45°C se añade el cultivo termófilo, y se hace una mezcla para que se distribuya por el fluido por causa del sistema de agitación, el cultivo termófilo está en contenido por bacterias *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*.

3.4.2.1.6 Fermentación

Esto se produce a lo largo de 5 horas manteniendo una temperatura constante de 45°C, tiempo durante el cual se produce ácido láctico, transformando la leche en yogurt, otorgándole sus principales propiedades como olor, textura y sabor. Tan pronto como se alcanza el grado de acidez deseado, es decir, un valor de pH entre 4-4,5, esta etapa se considera completa.

3.4.2.1.7 *Segundo enfriado*

Al lograr o alcanzar la acidez deseada el fermento obtenido se enfría, con el fin de interrumpir la actividad metabólica microbiana, por medio de la aplicación de un líquido refrigerante el agua en este caso, que al pasar por la chaqueta de la marmita permitirá que se reduzca la temperatura hasta 20°C dando firmeza al gel conformado, es decir el yogurt se hará gel en este punto.

3.4.2.1.8 *Batido*

Cuando tenemos la temperatura correcta se agregan saborizantes, colorantes y conservantes de acuerdo al sabor que se quiera para el yogurt de ese lote, el sistema de agitación se activa hasta lograr una consistencia agradable, libre de grumos, con el fin de no dañar el producto terminado revolver de forma lenta.

3.4.2.1.9 *Envasado y almacenamiento*

Finalmente, el producto terminado (yogurt), se envasa en botellas de plástico que fueron esterilizadas previamente para que pueda ser llevado a conservación a una temperatura de 2 a 5°C hasta su posterior distribución.

3.5 **Distribución de la planta**

El sitio destinado para la construcción de la planta en cantón Chambo, cuenta con una expansión de 40 m² en donde se colocarán los equipos adquiridos para realizar el proceso de producción de yogurt, para el proceso se destinó 800 litros de leche proveniente del mismo Cantón mismos que serán usados diariamente.

3.5.1 *Descripción de las zonas que conforman la planta.*

- **Zona de recepción de la materia prima:** Sitio en él es recolectada la leche que es la materia prima del proceso, esta leche se recolecta en el tanque receptor, la leche obtenida es procedente de las comunidades del cantón tomando en cuenta que el ganado vacuno es propio de los miembros de la asociación de lecheros del cantón Chambo.
- **Zona de laboratorio:** En esta parte de la planta se realizarán los estudios necesarios a la leche, determinando su calidad para ser aceptada y poder seguir con el proceso. Asimismo, en este lugar se producirá el pesaje de los aditivos e insumos que se utilizaran y son lo que permiten transformar la leche y producir el yogurt.
- **Zona de producción:** En este lugar de la planta se encuentra el equipamiento que sirve para realizar el proceso para la obtención de yogurt, esta zona está debidamente delimitada, con

entradas que permiten la libre circulación del personal que labora en esta zona, además de poder controlar las variables del proceso y así no exista ningún inconveniente y el proceso fluya de manera correcta.

- **Zona de envasado y etiquetado:** En esta parte de la planta va a ser colocada la empacadora semiautomática, esta debe ser comprada en el mercado, teniendo en cuenta que sea de buena calidad y sirva para el volumen que se va a producir, para el etiquetado del producto terminado se necesitara un lugar amplio en esta zona ya que se lo realizara de forma manual colocando el sello y marca de la empresa que lo produce, así como información nutricional y fechas de elaboración y expiración.
- **Zona de refrigerado:** El producto final es transportada a la zona de refrigeración, para que el producto sea almacenado en condiciones adecuadas hasta su repartición, esta zona de la planta es muy importante debido a que ayuda a preservar las propiedades originales del yogurt y mantenerlo de buena calidad como fue elaborado, previo a su comercialización y consumo.
- **Bodega:** Región dedicada a guardar los insumos que son usados en la elaboración de yogurt como es la sacarosa o azúcar, colorantes y conservantes, además de servir para almacenar cualquier otro objeto que se necesite en la planta debe estar bien ordenado y delimitado por zonas para que no se contamine ningún insumo.
- **Oficinas:** Lugar que toda empresa necesita, donde se lleva a cabo la gestión y administración de la planta, para que esta trabaje de buena manera, además donde se realiza la contabilidad y auditoría del funcionamiento de la empresa.

3.5.2 Capacidad de producción

El objetivo de obtención del yogurt en la planta va ser de 800 litros, mismos que van a ser envasados en recipientes plásticos de 2 litros y un litro. Además, se debería considerar que hablamos de una producción tipo Bach.

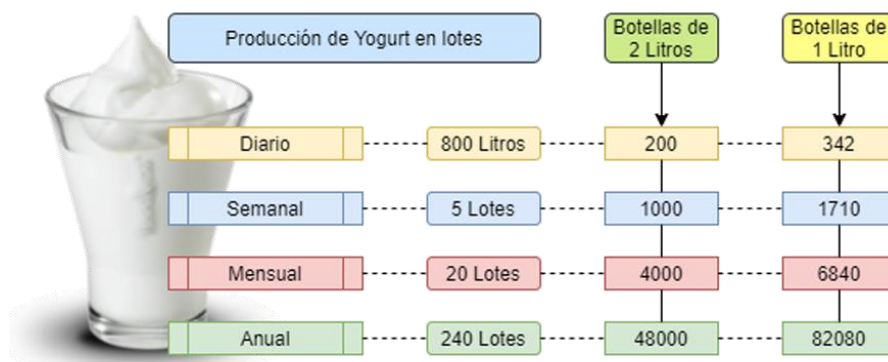


Figura 2-3. Capacidad de producción con el diseño generado

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

3.6 Requerimientos de equipos, maquinaria y tecnología.

3.6.1 Requerimiento de equipos

En la Tabla siguiente, se puede apreciar la tecnología, maquinaria y equipos que serán necesarios para poner en marcha la línea de producción para la elaboración de yogurt, tomando como punto de partida el material del que estarán contruidos y la capacidad de cada uno de estos.

Tabla 37-3: Equipos requeridos para el proceso

Equipo	Detalle	Característica
Tanque receptor de la leche pura	Recipiente donde se almacena la materia prima (leche cruda) antes de ser analizada y ser aceptada para continuar en el proceso de elaboración de yogurt, este debe ser fabricado con acero inoxidable 304a.	Diámetro: 1m Altura: 1,17 m Radio: 0,5m Capacidad: 920 L
Marmita	Recipiente en su mayoría de forma cilíndrica, construido de acero inoxidable 304, aquí se producen 3 etapas, en la primera parte se da un mezclado de los insumos tanto la leche como la azúcar además si es necesario leche en polvo, ya que posee un sistema de agitación, en la segunda parte se realiza la pasteurización de la leche homogenizada, y en la tercera parte se produce un enfriado y se añade las bacterias lácticas para que realicen el proceso de inoculación e incubación, aquí ya se comienza a formar el yogurt.	Capacidad: 920 L Diámetro: 1 m Radio: 0,5 m Altura: 1,3 m
Envasadora	Equipo semiautomático, fabricado de acero inoxidable 304 ^a , que cuenta con 2 válvulas que depositan la cantidad deseada en las botellas de plástico	Voltaje: 220 V Numero de válvulas: 2 válvulas Capacidad de envase: 800 L
Cuarto Frio	Espacio refrigerado a una temperatura entre 0 a 5 °C donde se almacena las botellas de yogurt y estas no pierden sus propiedades nutricionales.	Capacidad: 200 botellas de 2 L y 342 botellas de 1L por día.

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

3.6.2 Equipos y materiales requeridos para el área de control de calidad de la planta.

En cualquier planta se necesita controlar la calidad del producto que se está elaborando, por eso es importante tener un lugar donde se realicen todas las pruebas requeridas para controlar su calidad, esta zona necesita de equipos y materiales para poder funcionar adecuadamente, por ende, estos se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 38-3: Materiales y equipos de laboratorio necesarios

Equipo	Características
Balanza analítica	Equipo que se usa para obtener pesos exactos, aquí se los aditivos que se deben agregar en el proceso con los pesos correctos para que el producto salga de buena calidad.
Espátula	Instrumento utilizado para tomar muestras sólidas, logrando con ello que no se contamine el producto.
Lienzo	Usada para la filtración de la leche pura, sirve para eliminar cualquier impureza que esté presente en la leche y pueda contaminar el producto.
pH-metro	Instrumento electroquímico que sirve para medir el pH de una disolución, servirá para medir el pH de la leche y yogurt y saber si cumple la normativa.
Pipetas	Instrumento que sirve para medir alícuota de un líquido y tomar muestras líquidas.
Piseta	Instrumento usado para contener líquidos, además sirve para lavar instrumentos y esterilizarlos.
Probeta	Instrumento utilizado para tomar muestras de volúmenes existen de diferentes tamaños al ser graduada permite medir el volumen exacto que se va a utilizar.
Refractómetro	Equipo utilizado para medir el índice de refracción o conocido como grados Brix del producto elaborado (yogurt).
Termómetro	Instrumento digital utilizado para medir las temperaturas, y así controlar una variable importante en el proceso.
Varilla de agitación	Instrumento utilizado para agitar y así disolver y homogenizar una sustancia.
Vasos de precipitación	Material donde se coloca sustancias líquidas, que se puede calentar ya que es resistente a altas temperaturas.

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

3.7 Costos de producción.

3.7.1 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 que se necesitan para la elaboración del yogurt, así como la infraestructura e instalaciones físicas para este propósito.

La siguiente tabla muestra los costos principales que se van a realizar para la ejecución del proceso. También debe tenerse en cuenta que la asociación cuenta con el terreno donde se va a poder construir la planta esto hace que la ejecución del proyecto se pueda dar.

Tabla 39-3. Costo de los equipos para implementación del proceso.

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Marmita	1	2800,00	2800,00
Tanque receptor de leche	1	800,00	800,00
Caldera	1	2900,00	2900,00
Envasadora	1	2000,00	2000,00
Cuarto frío (3x3x3) m	1	6000,00	6000,00
Bombas, transporte de agua y conductos de vapor	2	400,00	400,00
TOTAL			\$14900,00

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Adicional a esto es importante adquirir materiales y equipos para la zona de análisis de calidad de la leche, así como del yogurt cuando esté terminado, esto se indica en la siguiente tabla.

Tabla 40-3: Costos de equipos y materiales para el control de calidad

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Balanza digital	1	250,00	250,00
Balón aforado de 500ml	1	8,00	8,00
Lienzo	2	1,00	2,00
Matraz 100ml	1	4,00	4,00
pH-metro digital	1	400,00	400,00
Picnómetro	1	8,00	8,00
Pipeta	2	2,50	5,00
Piseta	1	2,00	2,00
Probeta	2	6,00	12,00
Refractómetro	1	450,00	450,00
Termómetro	1	90,00	90,00
Vaso de precipitación	2	3,00	6,00
TOTAL			\$1237,00

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Además de esto se debe tomar en cuenta que se necesita realizar adecuaciones a la planta para que pueda funcionar de una manera adecuada, para esto se necesita una inversión como se muestra a continuación.

Tabla 41-3: Costo de la construcción y adecuación de la planta

Detalle de la inversión	Costo (\$)
Construcción de la planta	8000,00
Adecuación del área de control de la calidad del producto	800,00
Implementación de luz, alcantarillado y agua potable y modificaciones estructurales que se necesiten	2500,00
TOTAL	\$11300,00

Realizado por: Cifuentes Moya Jhonatan Adrián, 2021

Para que comience a funcionar la planta, primero se necesita construir la infraestructura donde va a funcionar incluyendo todas las áreas y adecuaciones necesarias, para esto se necesita mano de obra, además de capacitar a las personas que van a estar en cada área de la planta para que sepan cómo realizar el proceso, esto requiere una inversión que se muestra a continuación.

Tabla 42-3: Recursos de mano de obra para la construcción y capacitación del personal

Denominación	Costo (\$)
Mano de obra para la construcción de la planta	2000,00
Capacitación a los miembros de la asociación	800,00
Adecuación de las áreas de la planta e instalación de equipos	900,00
TOTAL	\$3700,00

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

La inversión fija total es la suma de todas las diferentes inversiones que se necesitan para comenzar con la puesta en marcha de la planta, para esto se necesita contar con un capital de 0000 como se detalla a continuación.

Tabla 43-3: Total, de Inversión Fija

Tipo de Inversión	Costo (\$)
Costo de los equipos para implementación del proceso.	14900,00
Costos de equipos y materiales para el control de calidad	1237,00
Costo de la construcción y adecuación de la planta	11300,00
Recursos de mano de obra para la construcción y capacitación del personal	3700,00
Total	\$ 31137,00

Realizado por: Cifuentes Moya Jhonatan Adrián, 2021

3.7.2 Egresos totales

En esta parte encontramos los costos de materia prima e insumos que se necesitan en el proceso, además los servicios básicos que necesitan en la empresa como agua, electricidad, teléfono y alcantarillado.

Los valores mostrados indican un precio aproximado si se implementa la planta ya que pueden variar a lo largo del tiempo y estos servicios son importantes para implementar la planta.

Tabla 44-3: Servicios básicos en la planta

Servicio	Costo mensual (\$)
Energía eléctrica	50,00
Alcantarillado	15,00
Agua potable	20,00
Servicio telefonico	12,00
Costo mensual	\$97,00
Costo anual	\$1164,00

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Para el desenvolvimiento adecuado de la planta se necesitará contar con personal que serán quienes controlen el adecuado funcionamiento del proceso, además se necesitara un profesional que sepa del proceso y sea quien supervise todo el proceso además de controlar la calidad tanto de la materia prima como del producto terminado, como se detalla a continuación.

Tabla 45-3: Personal necesario para el desarrollo de la línea de producción

Personal	Actividad	Cantidad	Tiempo de trabajo (h)	Salario/ mes (\$)	Costo anual (\$)
Supervisor del proceso	Supervisión y control del proceso, además encargada del control de calidad de la materia prima y producto terminado	1	160	800,00	9600,00
Operadores	Encargados de la recepción de la materia prima, traslado de la leche por cada parte del proceso, control de cada proceso, encargados del envasado y etiquetado y traslado a la zona de almacenamiento	4	160	1600,00	19200,00
TOTAL					\$28800,00

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

El egreso de mayor importancia es el valor para la elaboración de yogurt por lote es decir cuánto cuesta producir las botellas de yogurt cada día, aquí se toma en cuenta los insumos y aditivos que se necesitan para la elaboración del yogurt, todo esto se detalla a continuación.

Tabla 46-3: Costo total por lote para la producción de yogurt.

Materiales e insumos	Valor por presentación	Valor unitario (\$)	Cantidad rnecesitada	Unidad	Valor total (\$)
Cultivo termófilo Choozit	\$30 el kg	20,00	0,0128	Kg	0,26
Leche	-	-	-	-	-
Azúcar	\$40 saco de 50 Kg	0,80	85,4	Kg	68,32
Sorbato de la potasio	\$ 45 saco de 5Kg	9,00	0,0853	Kg	0,77
Cofia	\$ 6 /(100u)	6,00	1	Unidad	6,00
Guantes	\$7/caja (50 pares)	7,00	1	Unidad	7,00
Mascarillas	\$2/ (50u)	2,00	1	Unidad	2,00
Saborizante	15\$ el litro	15,00	0,85	Litros	12,75
Colorantes, vitaminas, entre otros.		22,00	0,15	Kg	3,30
Etiquetas	\$20 /1000 etiquetas	0,02	742	Unidad	14,84
Recipientes plásticos de 1 litro	0,04\$/presentación de 1L	0,04	342	Litros	13,68
Recipientes plásticos de 2 litros	0,06\$/presentación de 2L	0,06	200	Litros	12,00
Costo por día					\$140,92
Costo por mes					\$2818,40
Costo por año					\$33820,80

Realizado por: Cifuentes Moya Jhonatan Adrián, 2021

Tomando como base los egresos descritos anteriormente, se tiene los siguientes gastos que se producirán anualmente.

Tabla 47-3: Egresos Anuales

Descripción:	Costo (\$)
Servicios básicos en la planta	1164,00
Personal necesario para el desarrollo de la línea de producción	28800,00
Costo total por 240 lotes que corresponde a todo el año para la producción de yogurt.	33820,80
TOTAL	\$63784,80

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

3.7.3 Forma de Financiar el proyecto

El financiamiento principalmente será cubierto por todas las personas que forman parte de la asociación es decir el 50%, el otro 50% saldrá de préstamos que se realizara a entidades financieras del estado a bajos intereses y solicitando ayuda a la municipalidad del cantón Chambo para que ayude a financiar este proyecto que ayudara a mejorar las condiciones del cantón.

También hay que señalar que para los precios de inversión fijas además de los egresos se contara con un 5% de ese valor, para cubrir cualquier eventualidad que se presente a lo largo de la ejecución del proyecto.

Tabla 48-3: Total, de la inversión fija y egresos anuales por producción

Descripción	Valor (\$)
Total, de Inversión Fija	31137,00
Imprevistos (5%)	32693,85
Egresos anuales (costos de Producción del yogurt)	63784,80
Imprevistos (5%)	66974,04

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

3.7.3.1 Detalle de ingresos anuales.

Esta parte se refiere al costo que tendrá el producto que se va a elaborar y esos serán los ingresos que perciba la empresa, aquí se debe considerar la cantidad de envases que se van a realizar por semana, además de considerar que se comercializara en dos presentaciones tanto de 1L como de 2 L, asimismo para que el proceso sea rentable hay que tomar en cuenta que la ganancia debe ser del 20 %, para recuperar la inversión y después ya obtener ganancias.

- El valor de producción de un envase de 1 litro es:

$$\text{Ec-1. } CP = \frac{\text{Costo anuales de produccion del yogurt}}{N^{\circ} \text{ de unid. producidas} + \text{días laborados por mes} + \text{total de meses}}$$

$$CP = \frac{63784,80}{342 * 20 * 12}$$

$$CP = 0,78$$

Costo de venta al público del envase de 1L:

$$\text{Ec-2. } PVP = CP \left(\frac{100}{100 - U} \right)$$

Donde:

- PVP: Precio de venta al público
- CP: Costo de producción por cada envase; \$0,78

- U : Ganancia deseada; 20%

$$PVP = \$0,78 \left(\frac{100}{100 - 20} \right)$$

$$PVP = \$0,98$$

- El valor de producción de un envase de 2 litros es:

$$\text{Ec-3. } CP = \frac{\text{Costos anuales de producción del yogurt}}{\text{N}^\circ \text{ de unid. producidas} + \text{días laborados por mes} + \text{total de meses}}$$

$$CP = \frac{63784,80}{200 * 20 * 12}$$

$$CP = 1,33$$

Costo de venta al público del envase de 2L:

$$\text{Ec-4. } PVP = CP \left(\frac{100}{100 - U} \right)$$

Donde:

- PVP : Precio de venta al público
- CP : Costo de producción por cada envase; \$1,33
- U : Ganancia deseada; 20%

$$PVP = \$1,33 \left(\frac{100}{100 - 20} \right)$$

$$PVP = \$1,66$$

Estos serán los costos con los cuales se va a comercializar el yogurt, generando una ganancia y ese ingreso se lo describe a continuación

Tabla 49-3: Ganancias de producción anuales

Ganancias anuales				
Unidades producidas por día	Unidades producidas por año:	Costo de producción por unidad	Pvp por unidad	Ingresos anuales
342 (1 l)	82080 (1 l)	0,78	0,98	80438,40
200 (2 l)	48000 (2 l)	1,33	1,66	79680,00
Total ingresos anuales				160118,40
Total de egresos anuales				66974,04
Total de ganancias				\$ 93144,36

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Al primer año el total de ganancia será de \$ 93144,36 de la cantidad de botellas de yogurt vendidas, este valor es relativo ya que aquí se asume que se han vendido todas las botellas de yogurt ese año, además del valor de producción solo se genera una ganancia del 20% debido a que como es un producto nuevo tenemos que bajar el precio de venta para poder competir con otras marcas, brindando así un producto de buena calidad y a un precio bajo.

Tabla 50-3: Presupuesto total de los primeros años para el proceso de elaboración de yogurt

DETALLE	INICIAL	1ER AÑO	2 DO AÑO
INGRESOS ESPERADOS			
Ventas netas		160118,40	166427,065
EGRESOS ESPERADOS			
Mano de obra		28800	29203
Servicios básicos en la planta		1164,00	2328,00
Materia prima (Tasa de inflación 0,0159)		34358,57	34904,87
Inversión en equipos, materiales, construcción y adecuación de la planta	32693,85		
Mantenimiento y seguros de los equipos		744	755,83
Depreciación de los equipos (a 5 años-20%)		3227,4	6454,8
Transporte para trasladar producto e insumos		700	711,2
Permisos de funcionamiento (RISE)		146,4	148,73
TOTAL, GANANCIAS	-32693,85	90978,03	91920,635

Realizado por: Cifuentes Moya, Jhonatan, 2021

Inicialmente para comenzar con la construcción de la planta se necesitara una inversión de 33693,85, dinero que será usado para construir la planta en el terreno, dividir las zonas que esta conformado, además de adquirir los materiales y equipos necesarios para que la planta pueda funcionar, luego del primer año de funcionamiento esperando que todo el producto se venda se genera las ganancias tomando en cuenta el costo de mantener la empresa funcionando, aquí eta incluido la compra de insumos, el pago de servicios básicos, pago a operadores, sacara permisos de funcionamiento, transporte que se necesita para transportar, y mantenimiento de los equipos cada cierto tiempo para que el proceso no pare, luego de determinar esto las ganancias en el primer año serian de \$ 90978,03, esto nos indica que en aproximadamente 8 meses se lograra recuperar la inversión, es decir que al término del primer año ya la asociación tendría ganancias.

Se observa que el valor actual neto (VAN) tiene un valor de 58284,18, la cual es la diferencia entre el total de ingresos menos la inversión inicial, mientras que la tasa interna de retorno (TIR), 138% que representa la rentabilidad que posee el proyecto, por lo que podemos decir que el

proyecto es rentable y traerá beneficios a todos los miembros de la asociación de lecheros del cantón Chambo, hay que manifestar que los valores descritos son proyectados, teniendo en consideración el valor que se va a comercializar así como los valores de insumos y esto se dará cuando la empresa este consolidada ya que en estos cálculos se muestra con 100% del producto vendido lo cual puede tomar un tiempo ya que al ser nueva marca debe ganar cliente y eso tomara un tiempo al igual que la construcción de la fábrica.

3.8 Cronograma.

Actividades a realizar	Tiempo transcurrido																							
	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Búsqueda de información bibliográfica en libros e internet	■																							
Preparación del anteproyecto con la información obtenida		■																						
Presentación y revisión del anteproyecto para aprobación			■	■	■	■																		
Efectuar el proceso de fermentación mediante el uso de microorganismos lácticos						■	■	■	■	■														
Simulación del proceso de estudio										■														
Analizar las propiedades físico, químicas y organolépticas										■														
Efectuar el análisis microbiológico.											■													
Realización y comprobación de pruebas de funcionalidad												■	■	■										
Estudio de la información obtenida en los análisis.															■									
Estudio físico, químicos y microbiológico del producto final															■	■								
Validación del proceso planteado con los datos obtenidos																	■							
Elaboración de borrador de tesis tomando en cuenta toda la información obtenida																		■	■					
Rectificación del borrador de tesis mencionadas por el tutor																					■			
Realización del trabajo final teniendo en cuenta las correcciones																						■		
Auditoria académica previo a la presentación de la tesis																							■	
Impresión y presentación de la tesis culminada																							■	
Defensa del trabajo realizado																							■	

Elaborado por: Cifuentes Moya Jhonatan Adrián

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para el desarrollo del presente proyecto de titulación se tomó como punto de partida por la toma de muestras de la leche en las instalaciones de la Asociación de Lecheros del cantón Chambo utilizando como base metodológica la norma técnica NTE INEN-ISO 707-2014, como paso siguiente se procedió a la ejecución de un análisis microbiológico y fisicoquímico de la materia prima, considerando para ello el Laboratorio San Salvador, los resultados arrojados indican los siguientes valores: densidad 1,030 g/ml, materia grasa 3,05%, solidos totales 11,27 %, solidos no grasos 8,22%, ceniza 0,68 %, 2,95% proteína, ácido láctico 0,15 % que viene a ser la acidez, en cuanto a los resultados del análisis microbiológico encontramos que la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos es $1.5 * 10^7$ UFC/cm³, en este punto tomo por sorpresa el valor al superar los límites descritos en la norma técnica, peso a ellos no suscita ningún problema por el hecho de pasar el producto por el proceso de pasteurización, operación unitaria en la cual se eliminara mediante aplicación de calor la mayoría de microorganismo que podrían alterar la calidad final del producto, esto tomando en consideración la norma técnica NTE INEN 09: 2015 en la cual se exponen los requisitos de la leche cruda, como dato adicional se podría recalcar la diferencia de las características de esta materia prima, en dependencia del piso climático en el que se desarrolla la actividad.

En cuanto a las características organolépticas, realizado mediante la recolección de información a 120 personas del mismo cantón durante la feria comercial dominical, se determinó que la formulación denominada 7310 obtuvo mayor aceptación que la denominada 4940, por ende ya determinado ese aspecto es posible avanzar al siguiente paso, para este se efectuaron los cálculos ingenieriles de dimensionamiento, tomando como base de producción de 800 litros de leche cruda de ganado bovino producidos durante los 5 días laborales de la semana, el componente inicial de diseño es un tanque de recepción de la materia prima, para la captación del producto y una marmita de chaqueta con agitación, en el que se desarrollara el proceso de pasteurización y el de fermentación, junto a ello como recomendación seria la puesta en consideración dentro de los miembros de la asociación la adquisición de un envasador semiautomático.

Con la finalidad de tener la mayor duración en los equipos que fueron dimensionados se considera que sería correcto la utilización de acero inoxidable 304, el mismo que será útil para el tanque de recepción, que con el propósito de eliminar solidos de origen desconocidos contará con un filtrado a la ingreso de la materia prima, hablando de las dimensiones del tanque podemos ver que cuenta con un volumen de captación de 0,92 m³, esto debido al volumen adicional cuya utilidad se

planifica para evitar derrames, el radio es de 0,5 metros, cuenta una elevación al piso de 1,17 m², a esto le acompaña la superficie de 4,42 m², En cuanto a la marmita que será polifuncional, encontramos medidas para un volumen de 0,92 m³, contando al igual que el tanque con su dimensionamiento adicional para evitar pérdidas de materia prima, en cuanto al diámetro se calculó 1 metro como adecuado, su elevación al piso es de 1,30 metros, al tener como adicional una chaqueta, posee una pared utilizada para el paso del vapor para la pasteurización de la leche y adicional contine el agua para el enfriamiento necesaria para conseguir la temperatura optima de fermentación, siendo esta 45 °C, la chaqueta tiene un diámetro de 0,1 metros, anexo al equipo se encuentra un sistema de agitación para lograr una correcta homogenización, y en la fase final de la elaboración ejecutar el batido correspondiente, este cuenta con una longitud de brazo de 0,8 metros, con una distancia entre el rodete y el fondo de la marmita de 0,3 metros, un elevado de paleta de 0,25 metros, todo esto potenciado con un motor de 3 caballos de fuerza.

Con el producto ya terminado fue posible realizar un análisis microbiológico conjuntamente a un análisis físico – químico, esto como un proceso de validación del producto y a su vez del proceso, el Laboratorio San Salvador fue el encargado de ejecutar dichos análisis, los resultados microbiológicos arrojados indican la ausencia de Coliformes y *Escherichia Coli*, mientras que los mohos y levaduras es menor a 10 UFC/g , siendo el máximo permitido de 200 UFC/g, en cuanto a lo físico – químico los resultados obtenidos fueron de 3,90% para proteínas y 5,10% en grasas, si se compara con la norma técnica NTE INEN 2395: 2011. Sobre los requisitos de leches fermentadas, se constata que ningún parámetro supera las limitaciones impuestas por la norma técnica.

Mediante el uso de los cálculos de dimensionamiento, información secundaria y la inspección de algunos catálogos se pudo cotizar de manera superficial el posible costo, constatando así un precio aproximado de 14900 dólares, en los cuales se incluye el cuarto frío y bombas para transporte de agua y para conductos de vapor, se planea una producción de los 5 días laborales de la semana, obteniendo de ello al día un lote de 742 litros de yogurt considerando un 8% de pérdidas de los 800 litros iniciales, esto podría fácilmente subdividirse para comercialización en 200 unidades de 2 litros con un costo de producción de \$1,33 sumándole a esto un adicional del 20% podría ser comercializado a \$1,66 mientras se posiciona en el mercado, para completar el envasado se sugiere 342 botellas de 1 litro a un costo de producción de \$0,78, agregando un margen de ganancia del 20% mientras se posiciona la marca es posible comercializar a \$0,98 para el público en general, estos costos podrían llegar a transformarse fácilmente en \$160118,40 al año, cabe recalcar que a esto se le debe restar la inversión inicial, los costos de producción, los pagos por electricidad, agua, servicio telefónico, entre otros gastos imprevisto que pudieran ocurrir, pese a ello se ha calculado una ganancia en el primer año de \$58284,18.

CONCLUSIONES

Con la caracterización físico-química y microbiológica de la leche cruda, se logró la determinación del cumplimiento de los parámetros según la norma técnica NTE INEN 09:2015 en la que se exponen los requisitos de la leche cruda, por lo cual, pese a superar levemente la cantidad de microorganismos presentes no supuso ningún problema, al tratarse con pasteurización, siendo así considerada como leche cruda apta para la producción de yogurt.

Durante el proceso de manufactura del yogurt se e determinó las variables necesarias para mantener el control en todo momento siendo estas la temperatura, tiempo, estas se presentaron en los procesos de mezclado, pasteurizado, inoculación, incubación, fermentación, enfriado y batido, además es esencial recordar que el pH es un parámetro controlable en el proceso de la fermentación, logrando un punto ideal de acidificación descrito por la norma INEN para leches fermentadas.

Con el diseño ingenieril para la elaboración de yogurt se obtuvo el dimensionamiento adecuado para cada equipo que forma parte de la línea de proceso, además se tuvo en cuenta el balance de masa, concluyendo un rendimiento óptimo para el proceso, dichos equipos son un tanque de recepción con una capacidad de $0,92 m^3$, al cual se le añadió un volumen de seguridad para evitar derrames y pérdidas de producto y una marmita de chaqueta con una capacidad de $0,92 m^3$ con un volumen adicional al igual que el tanque, conjuntamente a esta última se dimensiono un sistema agitación de 4 paletas y potenciado con un motor de 3Hp. Los equipos diseñados deberían ser fabricados con acero inoxidable 304^a para aumentar su tiempo de vida útil.

El cumplimiento de los estándares impuestos por la norma técnica NTE INEN 2395:2011, se lo realizó mediante la aplicación de análisis físico - químicos y microbiológicos del producto final obtenido. Validando así el proceso de la elaboración de yogurt de la asociación de lecheros del cantón Chambo el mismo que será apto para el consumo humano y una competencia directa en el mercado nacional por sus cualidades y su costo reducido.

RECOMENDACIONES

Con la finalidad de obtener un producto de calidad y libre de agentes contaminantes, es necesario ejercer un sistema de buenas prácticas de manufactura manteniendo siempre la inocuidad de las materias primas y productos y la asepsia 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 una prueba adicional de antibióticos para determinar que la leche no se encuentre alterada en su composición o que esté fuera de los límites establecidos por la norma INEN LECHE CRUDA, además de tener siempre en consideración la utilización de insumos que superen con eficiencia las normas de calidad impuestas para ellos, si se busca un yogurt de calidad, todos sus componentes deben ser los mejores.

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.

BIBLIOGRAFÍA

- **AGUDELO, Divier; & BEDOYA, Oswaldo.** *Lasallista de Investigación*, 2005, págs. 38-42.
- **Agustín A Gordillo.** *Tratado de Derecho Administrativo*. s.l. : Buenos Aires- Argentina: Astrea - F.D.A, 2013.
- **Anzaldúa, A.** *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica* . Zaragoza : Editorial Acribia, S.A., 1994.
- **Babio, Nancy, Mena, Guillermo y Salas, Jordi.** *Nuevas evidencias científicas sobre el beneficio del consumo de yogurt*. España : Reus, 2018.
- **Barco, A.** *Elaboración y Producción de yogurt*. Lima : Ripalme, 2007.
- **Barrios, M.** *Metodología de la investigación* . Caracas : Sevillana, 1998.
- **Benavides Benalcázar, Merck.** Garantía del debido proceso. [En línea] 2017.
- **Briones, G.** *Métodos técnicos de investigación* . Mexico : Trillas , 2015.
- **Bylund, G.** *Manual de industrias Lácteas* . Madrid : s.n., 1996.
- **Calderón, V.** *Microbiología Alimentaria*. Madrid : Diaz Santos , 1999.
- **Martinez, Ailin, et al.** *Calidad e inocuidad de la leche cruda en las condiciones actuales*. 2017, Rev. Salud Anim, págs. 51-61.
- **Cengel, Y.** *Transferencia de Calor y Masa. Un enfoque práctico*. México : McGraw-Hill, 2007.
- **Cfr. A. Hoyos.** El Debido Proceso, Bogotá. [En línea] 1998.
- **Agudelo, Divier y Bedoya, Oswaldo.** *Composición nutricional de la leche de ganado vacuno*. 2005, Lasallista de Investigación, págs. 38-42.
- **Couture, Eduardo.** Las excepciones contempladas en el derecho . [En línea] 2016.
- **Fuentes, Diego.** *El Libro Blanco de la leche y los productos lácteos*. México : Canilec, 2011.

- **Gad Chambo.** Gad Chambo: ubicacion geografica del canton. *Gad Chambo: ubicacion geografica del canton*. [En línea] 24 de Febrero de 2021.
<https://www.gobiernodechambo.gob.ec/chambo/>.
- **Garcia Falconi, José.** *Las exepciones contempladas el el GOGEP*. Quito : s.n., 2016.
- **Gaviria.** Influencia de la acidez del yogurt. *Influencia de la acidez del yogurt*. [En línea] 15 de Abril de 2018. <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>.
- **Geankoplis, C.** *Procesos de transporte y operaciones unitarias* . Minnesota : s.n., 1998.
- **Hernandez, A.** *Microbiologia y Bioquimica de la Fermentacion del Yogurt: Microbiologia industrial*. Costa rica : EUNED, 2003.
- **Hernandez, H.** *Elaboracion de productos lacteos: ministerio para la economia popular. instituto nacional de Cooperacion educativa* . Caracas : s.n., 2018.
- **INEN.** *NTE INEN 11 - Leche. Determinación de la densidad relativa*. Quito : INEN, 1984.
- **INEN.** *NTE INEN 2395:2011 - Leches fermentadas Requisitos*. Quito : INEN, 2011.
- **INEN.** *NTE INEN 9 - Leche Cruda. Requisitos*. Quito : INEN, 2012.
- **INEN.** *NTE INEN- ISO 707 - Leche y Productos Lácteos. Directrices para la Toma de Muestras*. Quito : INEN, 2008.
- **INEN.** *Leche cruda, Requisitos*. Quito : s.n., 2015.
- **INEN.** Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011. *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011*. [En línea] Marzo de 2011.
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>.
- **INEN.** Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2012. [En línea] 2012.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_9-5.pdf.
- **Llerena Veloz, Erika Michell.** *DISEÑO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE LÁCTEOS PARA LA OBTENCIÓN DE YOGURT PARA LA ASOCIACIÓN “LÁCTEOS LA VIRGINIA”, PARROQUIA VERACRUZ, CANTÓN PASTAZA*. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017.

- **McCabe, W., Smith, J., & Harriot, P.** *Operaciones unitarias en ingeniería Química*. Mexico : McGraw-Hill, 2007.
- **Pérez, Jorge.** *Diseño de prototipo para la automatización del proceso de elaboración del yogurt en la elaboración de planta piloto de la universidad popular del Cesar*. Valledupar : s.n., 2018.
- **Pilataxi Saez, Tatiana Alexandra.** *DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE UN YOGURT A PARTIR DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) PARA LA PLANTA DE LÁCTEOS ESPOCH*. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2019.
- **Ramirez, Daniel.** *Elaboración de yogurt*. Lima : Macro, 2010.
- **Revilla, Aurelio.** *Tecnología de la leche: procesamiento, manufactura y análisis*. México : Orton IICA, 2008.
- **Rivera Venegas, Gladys Vanessa.** *DISEÑO DEL PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGURT EN LA ASOCIACIÓN DE GANADEROS SHUSHUFINDI*. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2019.
- **Santos, A.** *Leche y sus derivados*. Mexico : Trillas, 1987.
- **Telenchano Yuquilema, Verónica Licet.** *DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE YOGURT EN LA MICROEMPRESA LÁCTEOS "SAN CARLITOS"*. Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018.
- **Vera Balcázar, María Elizabeth.** *Elaboración y aplicación gastronómica del yogurt*. Cuenca : Universidad de Cuenca - Carrera de Gastronomía, 2011.
- **Vera, M.** *Elaboración y aplicación gastronómica del yogurt*. Cuenca : s.n., 2018.

ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS DE LA LECHE



Telf: (03)2946011

Cel: 0991941401

RUC: 0601973605001

RIOBAMBA -ECUADOR

Informe de ensayo N°:	Alm-011-21
St:	007- ANALISIS DE ALIMENTOS
Nombre del peticionario:	ASOCIACIÓN LECHEROS DEL CANTÓN
Atn.	CHAMBO
Dirección:	Jhonatan Cifuentes chambo Chambo Chimborazo
FECHA:	04 de enero del 2021
NUMERO DE MUESTRAS	1
FECHA HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	04/01/2021 -08:20
FECHA DE MUESTREO:	04/01/2021 - 12:00
FECHA DE ANÁLISIS:	04/01/2021- 05/01/2021
TIPO DE MUESTRA:	Leche cruda
CÓDIGO SAN SALVADOR:	LAB. Alm01 1-21
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	N/A
PUNTO DE MUESTREO:	Asociación lecheros del cantón Chambo
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico - Químico - Microbiológico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Luis Parraga
CONDICIONES AMBIENTALES DE LA MUESTRA:	t.max:25.0°C T.min. 15.0°C

RESULTADOS ANALITICOS.

Parámetros	Método / norma	Unidad	Resultado	Valor límite permisible
Densidad relativa 20°C	NORMA INEN 108 INEN 11 /	-	1,030	1,030
Materia Grasa	Gravimétrico	%	3,05	-
Sólidos totales	San salvador	%	11,23	-
Sólidos no grasos	Gravimétrico	%	8,22	-
Ceniza	San salvador	%	0,68	-
Proteína	San salvador	%	2,95	-
Recuento de microorganismos aerobios meso filios	San salvador	UFC/cm3	15*10 ⁷	1.5*10 ⁶

OBSERVACIONES

- Muestras receptadas del laboratorio

Ing./Luis Parraga

TÉCNICO PASS



NOTAS:	Categorías del diagrama.	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	Análisis de la leche		
Análisis de la leche	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		Lamina	escala	fecha
			1	1:1	2021

ANEXO B: AVAL DE LA ASOCIACIÓN DE LECHEROS DEL CANTÓN CHAMBO

 QUESO FRESCO MIRADOR Los Andes							
<p>Riobamba, 16 de Diciembre de 2020</p> <p>Doctor Bolívar Flores Mg PRESIDENTE DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA Presente. -</p>							
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">De mi consideración:</p> <p>Reciba un atento saludo, con la finalidad de realizar nuevos proyectos de investigación enmarcados en la línea de investigación PROCESOS TECNOLÓGICOS ARTESANALES E INDUSTRIALES de la carrera de Ingeniería Química y del Grupo de Investigación "QUESO FRESCO MIRADOR DE LOS ANDES", se ha decidido dar el AVAL para la ejecución del Trabajo de Integración Curricular denominado "DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGURT PARA LA ASOCIACIÓN DE LECHEROS DEL CANTÓN CHAMBO" que realizará el Sr. JHONATAN ADRIAN CIFUENTES MOYA con C.I. 060534773-1 y Código estudiantil 984550, quien se integra a trabajar para el Grupo de Investigación desde 26/10/2020 al 22/01/2021 con un tiempo de dedicación semanal de 20 horas.</p> <p>Por la favorable atención, anticipo mi agradecimiento. PESO NETO 850 g</p> <p>Atentamente, "Saber para Ser" CHAMBO - CHIMBORAZO - ECUADOR</p> </div>							
 <hr style="width: 20%; margin: auto;"/> <p>GUIDO SUICA C.I. 0602958209 PRESIDENTE DE LA ASOCIACIÓN DE LECHEROS DEL CANTÓN CHAMBO</p>							
<p>CHAMBO - CHIMBORAZO - ECUADOR</p>							
NOTAS:	Categorías del diagrama.	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	Aval de la asociación de lecheros del cantón chambo				
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Lamina</th> <th>Escala</th> <th>Fecha</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">1:1</td> <td style="text-align: center;">2021</td> </tr> </tbody> </table>	Lamina	Escala	Fecha	2
Lamina	Escala	Fecha					
2	1:1	2021					

ANEXO C: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO FORMULACIÓN 1



Tel: (03)2946011 Cel: 0991941401 RUC: 0601973605001

RIOBAMBA -ECUADOR

Informe de ensayo N°: St: Nombre del peticionario: Atn. Dirección: FECHA: NUMERO DE MUESTRAS FECHA HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: FECHA DE MUESTREO: FECHA DE ANÁLISIS: TIPO DE MUESTRA: CODIGO SAN SALVADOR: CÓDIGO DE LA EMPRESA: PUNTO DE MUESTREO: ANÁLISIS SOLICITADO: PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: CONDICIONES AMBIENTALES DE LA MUESTRA:	Alm-025-21 015-18 ANALISIS DE ALIMENTOS ASOCIACIÓN LECHEROS DEL CANTÓN CHAMBO Jhonatan Cifuentes chambo Chambo Chimborazo 02 de febrero del 2021 1 02/02/2021 -08:30 02/02/2021 - 10:00 02/02/2021-03/02/2021 Yogurt L.AB. Alm025-21 N/A Formula 1 Microbiológico Luis Parraga t.max:25.0°C T.min. 15.0°C
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

RESULTADOS ANALITICOS.

Parámetros	Método/Norma	Unidad	Resultado	Valor límite Permissible
E.coli	PEE/SAN SALVADOR/122 AOAC 991.14/AOAC 998.08	UFC/g	<10	-
Mohos y levaduras	PEE/SAN SALVADOR/120 AOAC 997.02	UFC/g	<10	500
Coliformes Totales	PEE/SAN SALVADOR/123 AOAC 991.14	UFC/g	<10	100

OBSERVACIONES

- Muestras receiptadas del laboratorio

Ing. Luis Parraga
TÉCNICO PASS



NOTAS:	Categorías del diagrama.	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	Resultados formula 1		
a) Fabrica Calera San	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		Lamina	Escala	Fecha
			3	1:1	2021

ANEXO D: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO FORMULACIÓN 2



Tel: (03)2946011

Cel: 0991941401

RUC: 0601973605001

RIOBAMBA -ECUADOR

Informe de ensayo N°:
St:

Alm-026-21
015-18 ANALISIS DE ALIMENTOS

Nombre del peticionario:
Atn.
Dirección:

ASOCIACIÓN LECHEROS DEL CANTÓN
CHAMBO Jhonatan
Cifuentes chambo
Chambo Chimborazo

FECHA:
NUMERO DE MUESTRAS
FECHA HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:
FECHA DE MUESTREO:
FECHA DE ANÁLISIS:
TIPO DE MUESTRA:
CÓDIGO SAN SALVADOR:
CÓDIGO DE LA EMPRESA:
PUNTO DE MUESTREO:
ANÁLISIS SOLICITADO:
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE LA MUESTRA:

08 de febrero de 2021
1
08/02/2021 -09:00
08/02/2021- 13:00
08/02/2021-09/02/2021
Yogurt
LAB. Alm026-21
N/A
Formula 2
Microbiológico
Luis Parraga
t.max:25.0°C T.min. 15.0°C

RESULTADOS ANALITICOS.

Parámetros	Método/Norma	Unidad	Resultado	Valor límite Permisible
E.coli	PEE/SAN SALVADOR/I22 AOAC 991.14/AOAC 998.08	UFC/g	<10	-
Mohos y levaduras	PEE/SAN SALVADOR/I20 AOAC 997.02	UFC/g	<10	500
Coliformes Totales	PEE/SAN SALVADOR/I23 AOAC 991.14	UFC/g	<10	100

OBSERVACIONES

- Muestras receptadas del laboratorio

Ing. Luis Parraga
TÉCNICO PASS



NOTAS:	Categorías del diagrama.	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	Análisis formula 2		
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		Lamina	Escala	Fecha
			4	1:1	2021

ANEXO E: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL YOGURT



Telf: (03)2946011

Cel: 0991941401

RUC: 0601973605001

RIOBAMBA -ECUADOR

Informe de ensayo N°:	Alm-051-21
Si:	024-18 ANALISIS DE ALIMENTOS
Nombre del peticionario:	ASOCIACIÓN LECHEROS DEL CANTÓN
Atn.	CHAMBO Jhonatan
Dirección:	Cifuentes chámbo Chambo Chimborazo
FECHA:	12 de febrero del 2021
NUMERO DE MUESTRAS	1
FECHA HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	12/02/2021 -08:00
FECHA DE MUESTREO:	12/02/2021 - 11:00
FECHA DE ANÁLISIS:	12/02/2021- 13/02/2021
TIPO DE MUESTRA:	Leche cruda
CODIGO SAN SALVADOR:	LAB. Alm051-21 N/
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	A
PUNTO DE MUESTREO:	Area de producción
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico - Químico - Microbiológico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Luis Parraga
CONDICIONES AMBIENTALES DE LA MUESTRA:	t.max:25.0°C T.min. 15.0°C

RESULTADOS ANALITICOS.

Parámetros	Método/Norma	Unidad	Resultado	Valor límite Permisible	
				min	max
Grasa	AOAC 960.39B	%	5.10	2.5	-
Proteínas	PEE/SAN SALVADOR/156 AOAC 991.20	%	3.90	2.7	-
Solidos totales	PEE/SAN SALVADOR /155 AOAC 990.20	%	26.69	-	-

OBSERVACIONES

- Muestras receiptadas del laboratorio

Ing. Luis Parraga
TÉCNICO PASS



NOTAS:	Categorías del diagrama.	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	Resultados de los análisis microbiológicos del yogurt		
a) Fabrica Calera San	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		Lamina	Escala	Fecha
			6	1:1	2021

ANEXO F: ENCUESTA REALIZADA A LAS PERSONAS DEL CANTÓN CHAMBO

	<p>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Carrera de Ingeniería Química Tesis: Diseño De Un Proceso Industrial Para La Producción De Yogurt, Para La Asociación De Lecheros Del Cantón Chambo Responsable: Jhonatan Adrian Cifuentes Moya</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

De acuerdo a los valores de la siguiente tabla califique según su criterio que le pareció en yogurt

No me gusta	Indiferente	Me gusta
1	3	5

Yogurt 1 (Formulación 7310)

Atributo	Me gusta	Indiferente	No me gusta
Color			
Sabor			
Consistencia			

Yogurt 1 (Formulación 9490)

Atributo	Me gusta	Indiferente	No me gusta
Color			
Sabor			
Consistencia			

Observacion.....

GRACIAS POR SU AYUDA

NOTAS:	Categorías del diagrama.	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan</p>	Diagrama del Tanque de recepción		
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		Lamina	Escala	Fecha
			18	1:1	2021

ANEXO G: NORMAS INEN



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
CIBU: 3112
ICS: 67.100.01

NOTAS:	Categorías del diagrama.	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	NORMAS INEN		
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		Lamina	Escala	Fecha
			7	1:1	2021

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS	NTE INEN 2395:2011 Segunda revisión 2011-07
1. OBJETO		
1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las leches fermentadas, destinadas al consumo directo.		
2. ALCANCE		
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.		
2.2 No se aplican a las bebidas de leches fermentadas		
3. DEFINICIONES		
3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:		
3.1.1 <i>Leche Fermentada natural.</i> 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 isoelectrónica). 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.		
3.1.2 <i>Producto natural.</i> 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.		
3.1.3 <i>Yogur.</i> 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.		
3.1.4 <i>Kéfir.</i> Es una leche fermentada con cultivos ácido lácticos elaborados con granos de kéfir, <i>Lactobacillus kéfir</i> , 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 sp</i> y <i>Streptococcus salivarius</i> subs. <i>Thermophilus</i> , por cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.		
3.1.5 <i>Kumis.</i> 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.		
3.1.6 <i>Leche cultivada, o acidificada.</i> Es una leche fermentada por la acción de <i>Lactobacillus acidophilus</i> (leche acidificada) o <i>Bifidobacterium sp.</i> , u otros cultivos lácticos inocuos apropiados, los cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.		
3.1.7 <i>Leche fermentada tratada térmicamente.</i> 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.		
(Continúa)		
DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos procesados, leches fermentadas, requisitos		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3998 – Baquerizo Moreno EB-29 y Almagro – Cuito-Ecuador – Prohibida la reproducción

NOTAS:	Categorías del diagrama.	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	NORMAS INEN		
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		Lamina	Escala	Fecha
			8	1:1	2021

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)

NOTAS:	Categorías del diagrama.	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	NORMAS INEN		
			Lamina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		9	1:1	2021

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 ¹⁾	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Grasa Vegetal	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 2401

¹⁾ Expresado como ácido láctico

1) Adulterantes: Harina y almidones (excepto los almidones modificados) soluciones salinas, suero de leche, grasas vegetales.

NOTAS:	Categorías del diagrama.	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	NORMAS INEN		
			Lamina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		10	1:1	2021

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 salivaris* 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 ⁷ UFC/g	
Bacterias probióticas	10 ⁸ UFC/g	
Levaduras		10 ⁴ 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)

NOTAS:	Categorías del diagrama.	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	NORMAS INEN		
			Lamina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		11	1:1	2021

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)

NOTAS:	Categorías del diagrama.	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	NORMAS INEN		
			Lamina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		12	1:1	2021

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>	

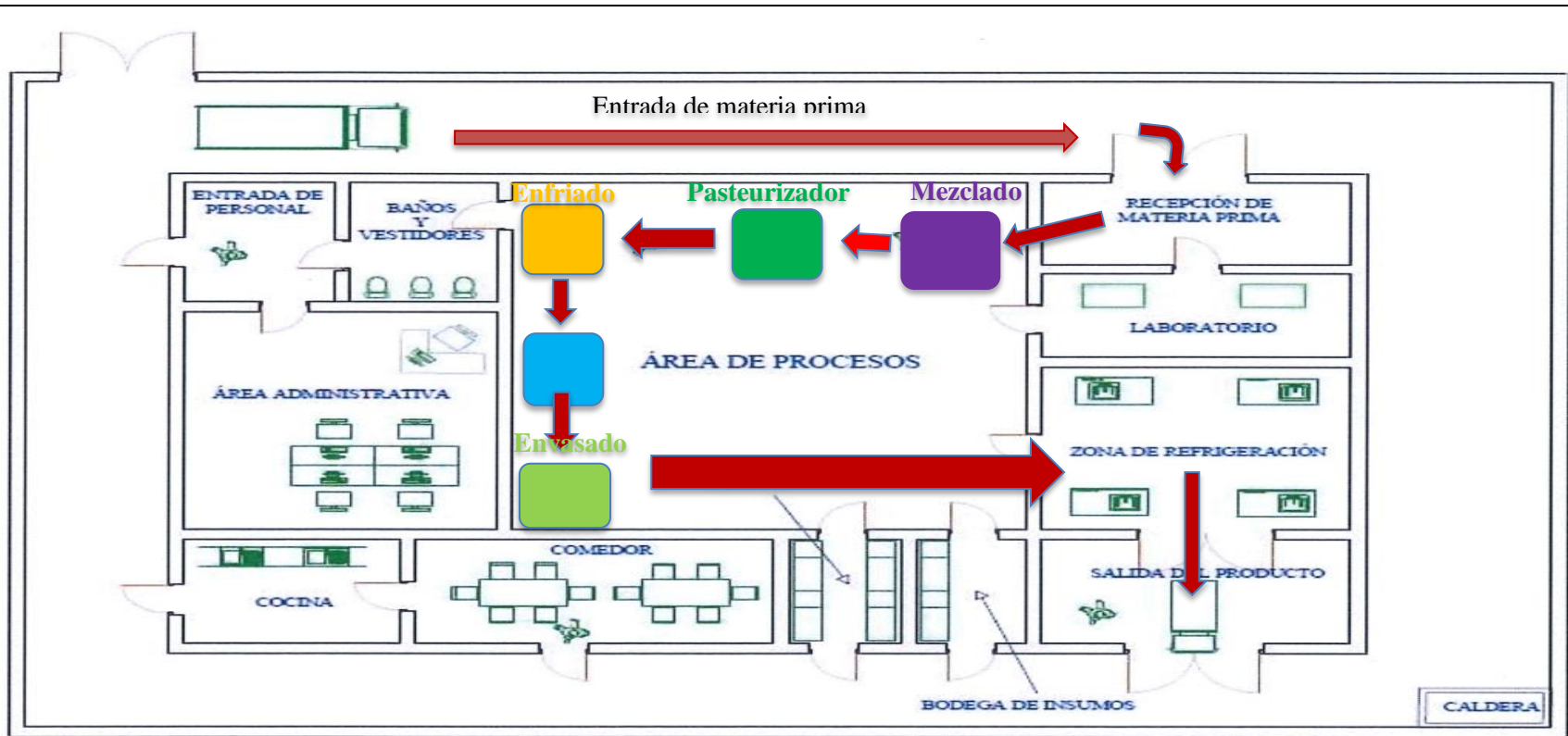
Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Andina. NA 078:2009 <i>Leches fermentadas. Requisitos.</i> Comunidad Andina, Lima 2009
Norma Técnica Colombiana NCT 805 <i>Productos Lácteos. Leches Fermentadas.</i> Bogotá 2000.
Programa Conjunto FAO – OMS <i>Norma del Codex para leches fermentadas.</i> Codex Stan 243-2003. Adoptado 2003. Revisión 2008, 2010

(Continúa)

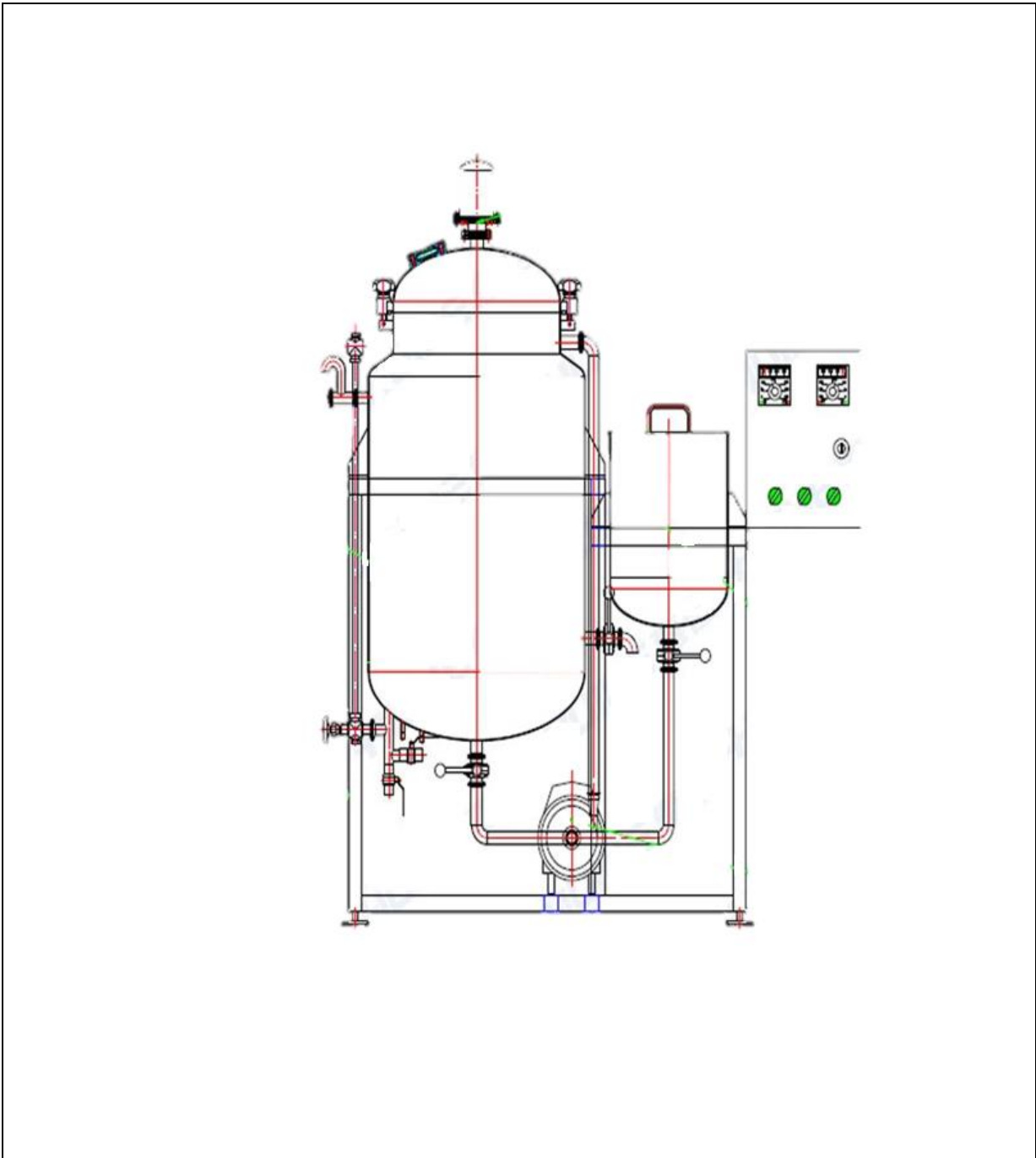
NOTAS:	Categorías del diagrama.	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	NORMAS INEN		
			Lamina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		13	1:1	2021

ANEXO H: DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA



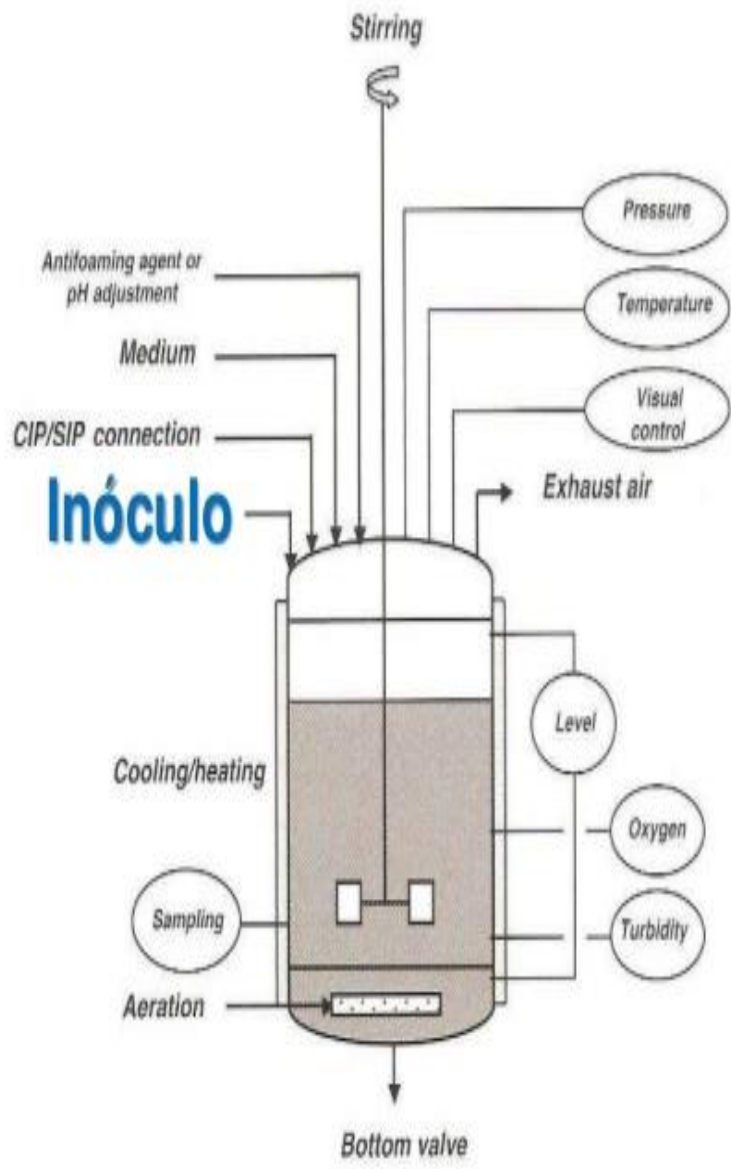
NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA: <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	Distribución de la planta		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
			14	1:1	2021

ANEXO I: DIAGRAMA DEL PASTEURIZADOR



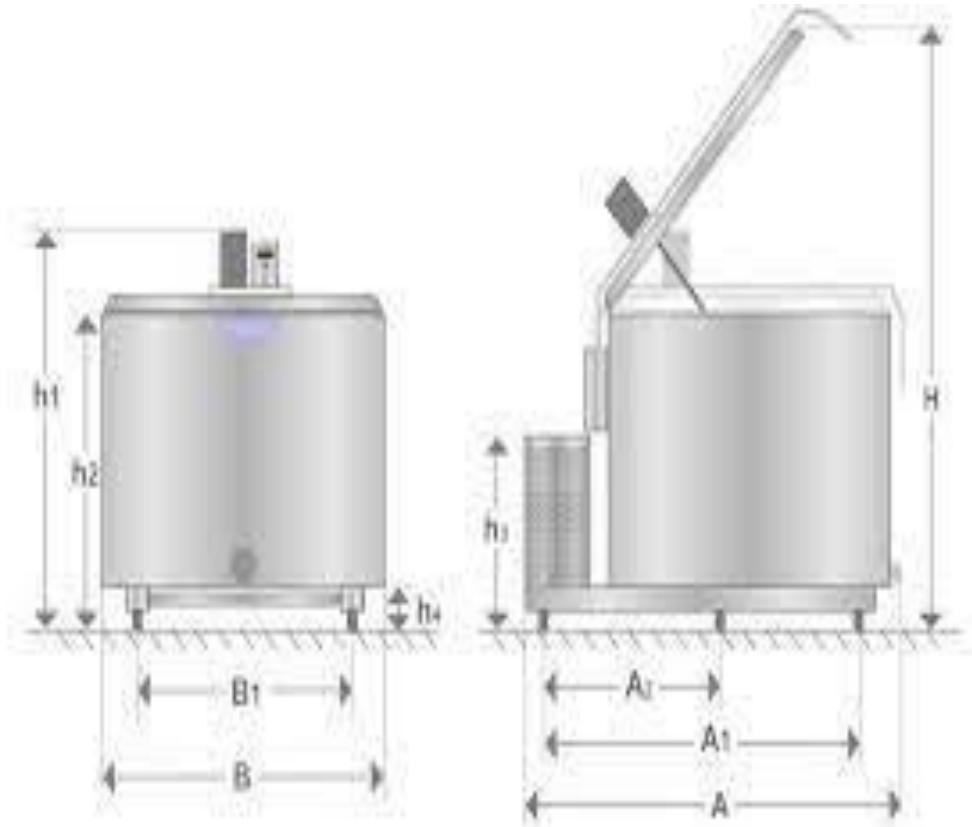
NOTAS:	Categorías del diagrama.	<p align="center"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan </p>	Diagrama del Pasteurizador		
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		Lamina	Escala	Fecha
			16	1:1	2021

ANEXO J: DIAGRAMA DEL FERMENTADOR



NOTAS:	Categorías del diagrama.	<p align="center"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan </p>	Diagrama del Fermentador		
			Lamina	Escala	Fecha
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		17	1:1	2021

ANEXO K: DIAGRAMA DEL TANQUE DE RECEPCIÓN



NOTAS:	Categorías del diagrama. <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	Diagrama del Tanque de recepción		
			Lamina	Escala	Fecha
			18	1:1	2021

ANEXO L: FOTOS DE LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO



NOTAS:	Categorías del diagrama.	<p align="center"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan </p>	Fotos		
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		Lamina	Escala	Fecha
			19	1:1	2021



+



NOTAS:	Categorías del diagrama.	<p align="center"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan </p>	Fotos		
	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar		Lamina	Escala	Fecha
			20	1:	2021

ANEXO M: CATÁLOGO DE LOS EQUIPOS



TINAS Y PAILAS REQUESONERAS



MODELO

TN 1000
TINA QUESERA Y/O REQUESONERA DE 1,000 LITROS

SPR1000
SISTEMA AUTOMATIZADAS DE PAILAS PARA REQUESON

DESCRIPCIÓN

- Sistema discontinuo para el re – proceso de suero o leche.
- Ahorro energetico en la Elaboracion de requeson o ricotta apartir de suero de queseria o leche.
- Facil operación, control de nivel y temeperatura en el proceso totalmente automatizado.
- Construccion totlamente en acero inoxidable grado alimenticio.
- Capacidades desde 1500 lbs, 3000 lbs y 5000 lbs por hora de proceso.

PASTEURIZADORES H.T.S.T. PARA LECHE DE QUESERIA



MODELO

- HTST1000 PASTEURIZADOR H.T.S.T. DE 500 A 1000 LTS/H LECHE QUESERIA.
- HTST2000 PASTEURIZADOR H.T.S.T DE 2000 LTS /HRS PARA LECHE DE QUESERIA
- HTST3000 PASTEURIZADOR H.T.S.T DE 3000 LTS /HRS PARA LECHE DE QUESERIA
- HTST5000 PASTEURIZADOR H.T.S.T DE 5000 LTS /HRS PARA LECHE DE QUESERIA
- HTST7000 PASTEURIZADOR H.T.S.T DE 7000 LTS /HRS PARA LECHE DE QUESERIA
- HTST10000 PASTEURIZADOR H.T.S.T DE 10,000 LTS /HRS PARA LECHE DE QUESERIA

DESCRIPCIÓN







- Sistema Automatizado Integrado
- Construcción Robusta de acero inoxidable 304 y 316 AISI
- Pasteurizador H.T.S.T bajo normas americanas FDA&PMO grado A
- Sistema de pasteurización apto para leche de queseria, leche de consumo, yogurt, jugos naturales, clara de huevo, y entre otros productos con sólidos suspendidos.
- Sistema de alarmas y fallo integrado
- Control de mando con pantalla Touch screen
- Bombas integradas centrifugas tipo sanitarias
- Capacidades desde 500 l/h hasta 7,000 l/h



<p>NOTAS:</p> <p>Fuente: http://grupohmt.com/wp-content/uploads/Catalogo-Maquinaria-Lacteos-HMT.pdf</p>	<p>CATEGORIA DEL DIAGRAMA:</p> <p><input type="checkbox"/> Aprobado</p> <p><input type="checkbox"/> Preliminar</p> <p><input type="checkbox"/> Certificado</p> <p><input type="checkbox"/> Por aprobar</p> <p><input type="checkbox"/> Información</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Por calificar</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>ELABORADO POR:</p> <p>Cifuentes Jhonatan</p>	<p>Catalogo: HMT Equipos y Maquinaria para Lácteos</p>		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
			21	1:1	2021

LÍNEAS DE PASTEURIZACIÓN DE CREMA,
TANQUES MADURADORES PARA YOGURT.



-  / TANQUES MADURADORES DE CREMA Y YOGURT
-  / SILOS DE LECHE
-  / TINAS DOBLE O
-  / PAILAS REQUESONERA
-  / PIPAS LECHERAS
-  / ENVASADORA DE POLVOS Y GRANOS



NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	Catalogo: HTM Equipos y Maquinaria para Lácteos					
Fuente: http://grupohmt.com/wp-content/uploads/Catalogo-Maquinaria-Lacteos-HMT.pdf	<input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar					<table border="1"> <thead> <tr> <th>LÁMINA</th> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>22</td> <td>1:1</td> <td>/2021</td> </tr> </tbody> </table>	LÁMINA	ESCALA
LÁMINA	ESCALA	FECHA						
22	1:1	/2021						

Anexo catalo 3

TANQUES DE PROCESO Y DE MADURACION PARA CREMA Y YOGURT



MODELO
 TA STD250L TANQUE PASTEURIZADOR DE 250 LTS/BATCH
 TA STD500L TANQUE PASTEURIZADOR DE 500 LTS/BATCH
 TA STD1000L TANQUE PASTEURIZADOR DE 1,000 LTS/BATCH
 TA SEM1000L TANQUE PASTEURIZADOR DE 1,000 LTS/BATCH
 TA ESP1000L TANQUE PASTEURIZADOR DE 1,000 LTS/BATCH
 TA RAN2200 TANQUE RANCHERO DE 2,200 LTS
 TA RAN1000 TANQUE RANCHERO DE 1,000 LTS

DESCRIPCIÓN
 • De formato sencillo cilíndrico vertical hasta toriesfericos con fondo cónico
 • Capacidades desde 250 litros hasta 2,000 litros/batch
 • Construcción Robusta en Acero Inoxidable tipo 304 y 316
 • Soportes prismáticos con tacones niveladores en ACERO INOX 304

SILOS DE LECHE



MODELO
 TA SILO 5000 SILO TÉRMICO DE 5,000 LITROS DE CAPACIDAD
 TA SILO 15000 SILO TÉRMICO DE 15,000 LITROS DE CAPACIDAD
 TA SILO 20000 SILO TÉRMICO DE 20,000 LITROS DE CAPACIDAD
 TA SILO 90000 SILO TÉRMICO DE 90,000 LITROS DE CAPACIDAD

DESCRIPCIÓN
 • Capacidades desde 5,000 litros hasta 80,000 litros
 • Construcción Robusta en Acero Inoxidable 304 y 316 AISI
 • Agitación Mecánica con regulación electrónica
 • Formato cilíndrico vertical, techo conico, fondo inclinado.
 • Pulido interior y exterior tipo 2B

TINAS MECANIZADAS TIPO DOBLE "O"



MODELO
 TMO500 TINA QUESERA MECANICA DOBLE "O" MODELO "TMO" 500"
 TMO1500 TINA QUESERA MECANICA DOBLE "O" MODELO "TMO" 1500"
 TMO3000 TINA QUESERA MECANICA DOBLE "O" MODELO "TMO" 3,000"

DESCRIPCIÓN
 • Capacidades dese 500 hasta 2000 litros/batch
 • Construcción Robusta en Acero Inoxidable 304 y 316
 • Plataforma de paso y operación
 • Inclinación con accionamiento neumático
 • Agitación mecánica con sentido doble
 • Pulido interior y exterior grado sanitario

FILTROS DE LECHE



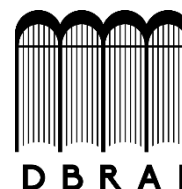
MODELO
 FCL FILTRO CORTO PARA LECHE
 FDL FILTRO DOBLE CON JUEGO DE VALVULAS Y MARCO PARA LECHE
 SFL SISTEMA DE FILTRO LARGO PARA LECHE



NOTAS: Fuente: http://grupohmt.com/wp-content/uploads/Catalogo-Maquinaria-Lacteos-HMT.pdf	CATEGORIA DEL DIAGRAMA: <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/> Certificado <input type="checkbox"/> Por aprobar <input type="checkbox"/> Información <input checked="" type="checkbox"/> Por calificar	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA ELABORADO POR: Cifuentes Jhonatan	Catalogo: HTM Equipos y Maquinaria para Lácteos		
			LÁMINA	ESCALA	FECHA
			23	1:1	2021



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA
INVESTIGACIÓN**



**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

Fecha de entrega: 8/ 12 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: JHONATAN ADRIAN CIFUENTES MOYA

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: CIENCIAS

Carrera: INGENIERÍA QUÍMICA

Título a optar: INGENIERO QUÍMICO

f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. CPA. Jhonatan Rodrigo Parreño Uquillas. MBA.



8-12-2021
1282-DBRA-UTP-2021