



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN
DE UN YOGURT A PARTIR DE LECHE DE CHOCHO (*Lupinus
mutabilis Sweet*) PARA LA PLANTA DE LÁCTEOS ESPOCH”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: TATIANA ALEXANDRA PILATAXI SAEZ

DIRECTORA: ING. MABEL MARIELA PARADA, M.Sc

Riobamba-Ecuador

2019

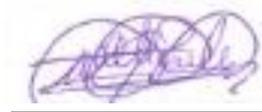
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: Tipo Proyecto Técnico “DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE UN YOGURT A PARTIR DE LECHE DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis Sweet*) PARA LA PLANTA DE LÁCTEOS ESPOCH” de responsabilidad de la señorita Tatiana Alexandra Pilataxi Sáez, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Mabel Mariela Parada Rivera, M.Sc



2019/01/15

**DIRECTORA DE TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Ing. Zoila Valeria Tapia González



2019/01/15

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

©2018, Tatiana Alexandra Pilataxi Sáez

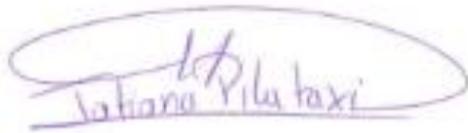
Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Tatiana Alexandra Pilataxi Sáez, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes 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.

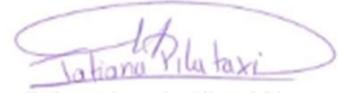
Riobamba, 15 de enero del 2019.



Tatiana Alexandra Pilataxi Sáez

Cédula de Identidad: 060367700-6

Yo, Tatiana Alexandra Pilataxi Sáez soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Tatiana Alexandra Pilataxi Sáez

DEDICATORIA

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece. Quiero dedicar este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres por el apoyo incondicional que me brindaron. A mis hermanas Rosa, Grace y José Ignacio que han estado en la buenas y malas, dándome ánimos y fuerzas. A mi hijo Miguel Ángel quien es el motor principal de mi vida.

Tatiana

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a Dios quien me ha dado la fe y las fuerzas para llegar a esta etapa de mi vida.

A mis padres y hermanas quienes me han dado todo su apoyo emocional y económico, y sobre todo su comprensión y confianza para alcanzar esta meta.

A mi esposo Jorge por su amor incondicional y por ser esa persona quien me acompañó todo este tiempo, brindándome palabras de aliento en los momentos tristes de mi vida.

A mis amigas Silvia, Gaby, Geovanna que han estado en los buenos y malos momentos, dándome consejos y ánimos cuando más lo necesitaba.

Tatiana

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I	
1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1 Identificación del problema.....	1
1.2 Justificación del proyecto	2
1.3 Línea base del proyecto	3
1.3.1 Antecedentes de la Estación Experimental de Lácteos “Tunshi” ESPOCH.	3
1.3.2 Marco conceptual.....	3
1.4 Beneficiarios directos e indirectos	12
CAPÍTULO II	
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	13
2.1 General	13
2.2 Específicos	13
CAPÍTULO III	
3. ESTUDIO TÉCNICO	14
3.1 Localización del Proyecto	14
3.2 Ingeniería del Proyecto.....	15
3.2.1. Tipo de estudio.....	15
3.2.2. Metodología.....	15
3.2.3 Procedimiento a nivel de laboratorio.....	20
3.2.4. Balance de masa y energía.....	41
3.2.5 Dimensionamiento de equipos	61

<i>3.2.6 Resultados</i>	83
3.3 Proceso de Producción	88
<i>3.3.1 Materia prima para la obtención de leche de chocho</i>	88
<i>3.3.2 Materia prima para la obtención de yogurt de chocho</i>	88
<i>3.3.3 Diagrama de proceso</i>	89
<i>3.3.4 Capacidad de obtención del producto</i>	93
3.4 Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria	93
<i>3.4.1. Requerimientos de Equipos</i>	93
<i>3.4.2. Requerimientos para la elaboración del producto</i>	94
3.5 Análisis de Costo/beneficio del proyecto	95
<i>3.5.1. Presupuesto construcción equipos</i>	95
<i>3.5.2 Presupuesto elaboración de yogurt de chocho a nivel de laboratorio</i>	96
<i>3.5.2. Análisis costo-beneficio</i>	97
3.6 Cronograma de ejecución del proyecto	98
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	99
CONCLUSIONES	101
RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Antecedentes de la investigación.....	4
Tabla 2-1: Composición química proximal del chocho desamargado	5
Tabla 3-1: Comparación bromatológica del chocho amargo y desamargado	6
Tabla 4-1: Comparación nutricional de la leche de chocho con otras leches en 100g	7
Tabla 1-3: Localización geográfica de Tunshi.....	14
Tabla 2-3: Técnicas para el análisis físico-químico.....	17
Tabla 3-3: Técnica análisis microbiológico	19
Tabla 4-3: Aspecto físico del chocho desamargado.....	20
Tabla 5-3: Requisitos organolépticos de la leche.....	20
Tabla 6-3: Formulaciones propuestas	21
Tabla 7-3: Aditivos	21
Tabla 8-3: Materiales obtención leche y yogurt de chocho	22
Tabla 9-3: Resultados proteína y fibra de las formulaciones planteadas	27
Tabla 10-3: Resignación de código.....	28
Tabla 11-3: Resultados del nivel de aceptación general de los jueces afectivos	29
Tabla 12-3: Frecuencia observada “Sabor”.....	30
Tabla 13-3: Contingencia-sabor.....	32
Tabla 14-3: Frecuencia esperada.....	33
Tabla 15-3: Chi-cuadrado calculado	34
Tabla 16-3: Resultados Chi-cuadrado/parámetro sabor	34
Tabla 17-3: Frecuencia observada	35
Tabla 18-3: Contingencia-olor	36
Tabla 19-3: Frecuencia esperada.....	36
Tabla 20-3: Resultados Chi-cuadrado/parámetro olor	36
Tabla 21-3: Frecuencia observada-consistencia.....	37
Tabla 22-3: Contingencia-consistencia	37
Tabla 23-3: Frecuencia esperada-consistencia.....	38
Tabla 24-3: Resultados Chi-cuadrado/parámetro consistencia	38
Tabla 25-3: Frecuencia observada-textura	39
Tabla 26-3: Contingencia-textura	39
Tabla 27-3: Frecuencia esperada-textura	40
Tabla 28-3: Resultados Chi-cuadrado/parámetro textura	40
Tabla 29-3: Variables del proceso de obtención del yogurt.....	41
Tabla 30-3: Sistema de agitación	79

Tabla 31-3: Resultados diseño mesa de selección y lavado.....	84
Tabla 32-3: Resultados del diseño de la licuadora industrial.....	84
Tabla 33-3: Resultados de diseño del tanque de filtrado	85
Tabla 34-3: Resultados de diseño del tanque receptor de leche de vaca.....	85
Tabla 35-3: Resultados de diseño del tanque receptor de leche de chocho	86
Tabla 36-3: Resultados de diseño de la marmita/yogurtera	86
Tabla 37-3: Análisis físico-químico del yogurt como producto final	87
Tabla 38-3: Análisis microbiológico del yogurt de chocho como producto final.....	87
Tabla 39-3: Materia prima para la obtención de leche de chocho	88
Tabla 40-3: Materia prima para la obtención de yogurt de chocho	88
Tabla 41-3: Insumos para la producción de yogurt de chocho	89
Tabla 42-3: Equipos requeridos en el proceso	94
Tabla 43-3: Requerimientos para la elaboración del producto	94
Tabla 44-3: Costos para la implementación del proceso de yogurt de chocho	95
Tabla 45-3: Costos de materia prima e insumos	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Reacción de fermentación láctica	10
Figura 1-3: Localización de la Planta de Lácteos ESPOCH.....	14
Figura 2-3: Altura estándar de mesa según la correcta ergonomía de acuerdo al trabajo.....	62
Figura 3-3: Licuadora industrial	63
Figura 4-3: Tanque de filtración	73
Figura 5-3: Tanque receptor	75
Figura 6-3: Tanque receptor	77
Figura 7-3: Capacidad de producción.....	93

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1-1: Chocho desamargado.....	5
Fotografía 1-3: Chocho desamargado.....	22
Fotografía 2-3: Lavado chocho desamargado.....	23
Fotografía 3-3: Licuado	23
Fotografía 4-3: Filtrado	24
Fotografía 5-3: Leche de chocho	24
Fotografía 6-3: Recepción de leche cruda	25
Fotografía 7-3: Filtrado leche	25
Fotografía 8-3: Adición de azúcar, estabilizante y conservante	25
Fotografía 9-3: Pasteurización 90 °C	26
Fotografía 10-3: Adición cultivo termófilo	26
Fotografía 11-3: Envasado y conservación.....	26
Fotografía 12-3: Degustación	29
Fotografía 13-3: Llenado de encuestas	29

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Porcentajes de aceptación de cada formulación	30
Gráfico 2-3: Frecuencia sabor.....	31
Gráfico 3-3: Frecuencia olor	35
Gráfico 4-3: Frecuencia-Consistencia.....	37
Gráfico 5-3: Frecuencia-textura	39
Gráfica 6-3: Caracterización de la potencia frente al número de Reynolds.....	82

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Análisis de la materia prima para la obtención de leche de chocho

ANEXO B. Análisis de las formulaciones planteadas

ANEXO C. Análisis del producto final para su validación

ANEXO D: Modelo de encuesta para la elección de la formulación.

ANEXO E: Norma NTE INEN 9:2015. LECHE CRUDA REQUISITO

ANEXO F: Norma NTE INEN 2395:2011 LECHE FERMENTADAS. REQUISITOS.

ANEXO G. Planos de dimensionamiento de equipos.

RESUMEN

El objetivo fue diseñar un proceso industrial para la obtención de un yogurt a partir de leche de chocho (*Lupinus mtabilis Sweet*), para la planta de lácteos ESPOCH, el proceso inició mediante la realización de la caracterización físico-química y microbiológica de las materias primas, la mismas que fueron receptadas en la misma planta para acreditar que es adecuada. Se realizaron varias pruebas, con diferentes porcentajes de leche de chocho y leche de vaca hasta llegar a obtener un producto estable y dentro de la normativa, para lo cual se desarrolló 3 formulaciones. Mediante ayuda de un análisis sensorial se comprobó que la formulación N° 2 de código 2018 fue la que tuvo mayor aceptabilidad en cada uno de los parámetros analizados (olor, textura, sabor y consistencia), siendo los porcentajes de 70% leche de vaca, 25% leche de chocho y 5% azúcar. Posteriormente se realizó los cálculos ingenieriles para el dimensionamiento de los equipos que formaran parte del proceso según la capacidad requerida, los mismos que incluyen: licuadora industria, filtrador, marmita, los mismos que forman parte tanto para la obtención de leche de chocho como del yogurt de chocho. El diseño se validó mediante un análisis físico-químico y microbiológico del producto obtenido el cual se basa en Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN, 2395:2011 para leches fermentadas, obteniendo resultados como Proteína 10,01%; Ceniza 3,22%; Carbohidratos 10,67%; Sólidos Totales 23,80%; óptimos dentro de los parámetros exigidos por dicha norma, concluyendo que el diseño del proceso es adecuado para la obtención de un producto de calidad para el consumo humano. Al ser un producto alimenticio de consumo, se debe emplear de buenas prácticas de manufactura, logrando que no se dé la contaminación del producto final.

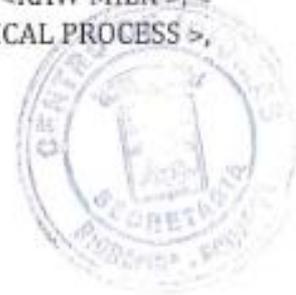
Palabras claves: <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <LECHE CRUDA >, <LECHE DE CHOCHO>, <YOGURT DE CHOCHO> <PROCESO QUIMICO>, <PASTEURIZACION>



ABSTRACT

The objective of this investigation was to design an industrial process to obtain yogurt from the lupine bean's milk (*Lupinus mtabilis* Sweet) for the dairy products plant of ESPOCH. The process started by making a physical-chemical and microbiological characterization of the raw materials. These raw materials were received in the ESPOCH plant to verify their suitability. Several tests were practiced using different percentages of lupine bean's milk and cow milk until a stable product within the regulations was obtained. In order to do this, three formulations were developed. Using a sensory analysis, it was checked that formulation N° 2, code 2018 was the one that obtained a greater approval taking into account each of the parameters analyzed (smell, texture, taste and consistency). This formulation used a 70% of cow milk, 25% of lupine bean's milk and 5% of sugar. After that, engineering calculations were made to get the right dimensions, according to the capacity required, for the equipment that is part of the process. This equipment includes industrial blender, filter and stockpot. All of these gears are used to obtain lupine bean's milk and lupine bean's yogurt. The design was authenticated using a physical-chemical and microbiological analysis of the product obtained. This product is based on the Ecuadorian Technical Norm NTE INEN, 2395:2011 for fermented milks. The results obtained were the following: protein 10, 01 %, ash content 3, 22 %, carbohydrates 10, 67 % and total solids 23, 80 %. These are ideal results within the parameters demanded by the Ecuadorian Technical Norm. So, it was concluded that the design of this process is accurate to obtain a quality product for human consumption. Because this is a food consumption product, it is recommended to use adequate manufacturing practices to avoid any contamination of the final product.

Key words: <CHEMICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <RAW MILK >, < LUPINE BEAN'S MILK >, < LUPINE BEAN'S YOGURT >, <CHEMICAL PROCESS >, <PASTEURIZATION >.



CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

El yogurt en nuestro país se realiza desde hace 30 años, con un consumo mensual de 900.000 dólares (año 2006). Actualmente el mercado para este producto está totalmente saturado por diferentes tipos y características del mismo. Los yogurts elaborados a partir de la leche de vaca proporcionan varios beneficios en su composición, como las vitaminas y minerales brindando un valor agregado al producto, pero existen consumidores que buscan una alternativa a todos los yogurts existentes. Ya que, pese a que existen muchas variedades, son elaboradas en base a la misma materia prima (Wilson, 2012).

Aprovechando las cualidades nutritivas del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) que también es conocido como vegetal o soja de los andes, este al tener un alto valor proteico y de calcio, éste ultimo de mayor cantidad en la cáscara, por lo cual es recomendable el consumo del mismo, contando con otros beneficios para la salud de consumidores de yogurt.

Considerando estos antecedentes y con el propósito de brindar nuevos productos que formen parte de una nueva alternativa de consumo, se ha visto la necesidad de introducir un tipo de yogurt a base de leche de chocho permitiéndonos aprovechar las propiedades del grano y sus beneficios para la salud, este proyecto pretende diseñar un proceso semi-industrial para la obtención de yogurt vegetal.

1.2 Justificación del proyecto

Según un estudio realizado por la INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) el grano del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), posee características nutricionales muy importantes, siendo su mineral predominante el calcio. También posee fósforo, hierro y alto contenido de proteína y grasas, por esta razón es conocido como la soya andina. Si comparamos a este grano con otras leguminosas posee mayor porcentaje de proteína y es rico en lisina. (INIAP).

La demanda del chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), ha ido en aumento gracias a su variabilidad gastronómica y alta aportación de nutrientes. Por esta razón es un grano escogido para la innovación de nuevos productos lácteos con propiedades organolépticas agradables para el consumidor (Lideres2016).

Con el diseño del proceso de elaboración de yogurt a partir de la leche de chocho para la Planta de Lácteos del Centro Experimental Tunshi-ESPOCH se tiene como objetivo presentar mayor variedad en estudios para derivados de la leche, logrando de esta manera potenciar su rentabilidad, y ofrecer nuevos productos lácteos con características organolépticas, bromatológicas superiores a los yogures existentes en el mercado, los mismos que contarán con todos los requisitos de calidad conforme a lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN, 2395:2011 LECHES FERMENTADAS.

1.3 Línea base del proyecto

1.3.1 Antecedentes de la Estación Experimental de Lácteos “Tunshi” ESPOCH.

La Planta de Lácteos “Tunshi” surgió en el año de 1997, gracias a un proyecto con la Embajada de Japón, mediante Convenios con la Facultad de Ciencias Pecuarias, se obtuvo maquinarias y equipos para la pasteurización de leche, las mismas que fueron traídas de Japón a Ecuador.

Esta estación cuenta con una fuente de materia prima del mismo sector, es decir, la Hacienda Tunshi perteneciente a la ESPOCH y un centro de acopio que recibe 200 litros de leche al día de la ganadería propia que posteriormente son llevados a la Planta de Lácteos para su procesamiento, siendo los principales productos leche pasteurizada y queso que se comercializaban en tiendas cercanas hasta el año 2014. (Tacle, 2017)

A partir del año 2015, los procesos que dispone la planta de lácteos incluyen la elaboración de diferentes tipos de queso, yogurt y como producto principal leche pasteurizada que son utilizados para consumo interno de la ESPOCH, en el Comedor Politécnico.

La Planta de Lácteos Tunshi- ESPOCH en la actualidad tiene fines didácticos para estudiantes de carreras afines de la ESPOCH y diferentes universidades del país, ayudando a llevar a la práctica los conocimientos teóricos relacionados con los procesos de elaboración de productos lácteos a nivel industrial.

1.3.2 Marco conceptual

1.3.2.1 Antecedentes de la elaboración del yogurt de chocho

Gracias a la industria que ha desarrollado nuevas alternativas se ha incrementado el consumo de yogurt o leche fermentada en sus diferentes presentaciones y sabores generando productos al alcance del bolsillo del consumidor, con ello dando rienda al incremento de productos alternativos con el ingreso de leches de origen vegetal.

El ser humano incursionó en la introducción de leches vegetales al combinarlas con leche de vaca para la elaboración de yogurt con el propósito de aumentar su valor nutritivo, uno de los ejemplos es la leche de chocho tomando en cuenta que el chocho aporta ventajas nutritivas como proteínas, ácidos grasos y micronutrientes presentes en su grano. Actualmente, el yogurt de chocho propiamente dicho, no cuenta con muchos estudios, por esta razón el presente trabajo de titulación

se basa en algunas investigaciones realizadas acerca de los procesos de obtención de yogurt de chocho y su estudio como producto comestible que se detallan a continuación:

Tabla 1-1: Antecedentes de la investigación

Nombre del estudio	Tipo	Autor	Año
Influencia del cultivo láctico sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una bebida fermentada de Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>)	Tesis/ Ingeniería	Lesly Melissa Zumaeta Vásquez	2016
Nombre del estudio	Tipo	Autor	Año
Procesamiento del Chocho (<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>) para la obtención de leche y yogurt como alimentos alternativos de consumo humano	Tesis/ Maestría	Lcdo. Gastr. Pericles Eusebio Baldeón Salgado	2012
Nombre del estudio	Tipo	Autor	Año
Aplicación de la proteína hidrolizada de chocho (<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>) en la elaboración de una bebida tipo yogurt y queso untable de leche de chocho	Tesis/ Ingeniería	Gabriela del Pilar Segovia Guato	2007
Nombre del estudio	Tipo	Autor	Fecha
Determinación de parámetros para la elaboración de bebida probiótica de tarwi (<i>Lupinus Mutabilis Sweet</i>) empleando <i>Saccharomyces boulardi</i>	Tesis/ Ingeniería	Bach. Edith Jessica Colque Cruz	2016

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018

1.3.2.2 Chocho

Es una leguminosa que contiene altos valores nutritivos, se caracteriza por producirse en zonas altas y secas entre 2800 y 3600 m.s.n.m, se puede encontrar en la región andina del Ecuador, Perú y Bolivia. Al contener alcaloides este grano tiende a ser amargo razón por la cual se debe tratar para su consumo. El color del grano, planta y flor son variables.

Desde el punto de vista cultural, alimenticio, medicinal e incluso ancestral esta especie ha repercutido en su utilización, dando alternativas de consumo.

Su semilla no tiene un tamaño estable, al contrario, va entre 5 a 12 cm, así como también varía en su forma yendo de redondo, ovalado a casi cuadrangular. Esta semilla está cubierta con un tegumento endurecido que representa un aproximado de 10% del peso total de la semilla. Estas contienen proteínas y aceites que forman más de la mitad de su peso, la proteína puede variar entre 41-51% y el aceite de 14-24% (Boero Macías, 2012).



Fotografía 1-1: Chocho desamargado
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

1.3.2.3. Norma técnica del chocho desamargado

El chocho desamargado está regido a requerimientos de calidad para consumo humano en la Norma Ecuatoriana NTE INEN 2 390:2004.

A la par de esta norma se tiene la norma NTE INEN 2 289 en donde se da a conocer las siguientes definiciones.

- Grano desamargado: Es el producto comestible, limpio húmedo, que ha sido sometido a un proceso de desamargamiento (térmico-hídrico), de color predominante, blanco-crema, sabor y olor característico, libre de olores extraños y del sabor amargo.

En la norma además se considera los parámetros que debe cumplir el grano de chocho desamargado como se puede ver en las Tabla 2-1.

Tabla 2-1: Composición química proximal del chocho desamargado

REQUISITOS	UNIDAD	VALOR	METODO DE ENSAYO
Humedad	%	72-75	INEN 1235
Materia seca	%	28-25	INEN 1235
Proteína	%	50-52	AOAC 955.04
Grasa	%	19-24	AOAC 920.85
Fibra	%	7-9	AOAC 962.09
Cenizas	%	1,9-3,0	AOAC 942.05
ELN**	%	12,0-22,00	Por diferencia
Energía	%	5369-6476	Aplicación de la ecuación 1
Alcaloides	%	0,02-0,07	Von Baer D y col.

**ELN: Extracto libre de Nitrógeno=100- (fibra+proteína+grasa+cenizas)

Fuente: (INEN, 2005)

1.3.2.4. Propiedades del chocho

El grano de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) contiene propiedades curativas contra enfermedades como la diabetes tipo II e incluso infecciones urinarias, y a base de éste se han desarrollado medicamentos naturales. Todo esto gracias a su alto valor nutritivo, mediante estudios realizados en más de 300 diferentes genotipos muestran que el chocho es rico en proteínas variando está en un 41% a 51%, además de contener aceite que varía desde el 14% al 24%, se tiene que el chocho al tratarlo y hacerlo desamargado tiende a subir en su cantidad de proteínas y grasas como se puede ver a continuación en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Comparación bromatológica del chocho amargo y desamargado

COMPONENTE	CHOCHO AMARGO	CHOCHO DESAMARGADO
Proteína (%)	47,80	54,05
Grasa (%)	18,90	21,22
Fibra (%)	11,07	10,37
Cenizas (%)	4,52	2,54
Humedad (%)	10,13	77,05
ELN (%)	17,62	11,82
Alcaloides (%)	3,26	0,03
Azúcar total (%)	1,95	0,73
Azúcar reductor (%)	0,42	0,61
Almidón total	4,34	2,88
K (%)	1,22	0,02
Mg (%)	0,24	0,07
Ca (%)	0,12	0,48
P (%)	0,60	0,43
Fe (ppm)	78,45	74,25
Zn (ppm)	42,84	63,21
Mn (ppm)	36,72	18,47
Cu (ppm)	12,65	7,99

Fuente: Allauca y colaboradores, 2005.

1.3.2.5 Leche de chocho

Se define leche al líquido blanquecino de algunos mamíferos para dar de amamantar a sus crías, pero también en la actualidad se denomina leche a las que pueden ser obtenidas de algunos vegetales mediante la extrusión, macerado, molienda, entre otras. Que como resultado dará un líquido blanco.

Su proceso de obtención es: Recepción de la materia prima (chocho desamargado), lavado, trituration-molienda donde ocurre la liberación de proteínas que se encuentran en la masa celular

fibrosa del grano de chocho, junto algunos aceites, minerales, carbohidratos y vitaminas. Posteriormente se aplica un filtrado separando la torta (Fibra) del líquido, obteniendo un líquido blanco llamado leche de chocho.

La leche de chocho es muy utilizada y recomendada para personas que son intolerantes a la lactosa, misma que a su vez contiene la leche de vaca, y a más de no contener colesterol es un producto saludable para el ser humano.

Tabla 4-1: Comparación nutricional de la leche de chocho con otras leches en 100g

	LECHE DE CHOCHO	LECHE DE VACA	LECHE MATERNA
Energía (Kcal)	71,30	59,00	62,00
Humedad (g)	93,60	88,60	88,60
Proteína (g)	3,25	2,90	1,4
Carbohidratos (g)	1,07	4,50	6,89
Grasa (g)	1,82	3,30	3,1
Fibra (g)	0,04	0,00	0,00
Calcio (g)	50,00	100,00	35,00
Fósforo (g)	95,00	36,00	15,00
Hierro (g)	2,50	0,10	0,20

Fuente: (Gordillo, J. 2009)

1.3.2.6 Leche cruda de vaca

Se denomina leche cruda al líquido obtenido del mamífero, sin que ésta se haya sometido a ningún tipo de calentamiento o tratamiento térmico. (NTE INEN 0009, 2012)

➤ Características generales

Es un líquido de color blanquecino, ligeramente viscoso, la composición físico- química suele variar según la raza de la vaca proveniente (Holstein, Jersey, Brown Swiss), así como del grado de madurez de lactancia y su tratamiento.

➤ Propiedades físicas

- ✓ Tiene una densidad de 1,032 g/ml.
- ✓ Contiene una proporción de agua de aproximadamente del 87%.

- ✓ El resto está contenido con proteínas, grasa, lípidos, glúcido como componentes orgánicos, y como componentes minerales se tiene: calcio, sodio, potasio, magnesio y agua.

➤ Propiedades químicas

- ✓ Grasas: La cantidad de grasa varía según la región donde se encuentra ubicada (zonas cálidas o frías) y la alimentación que tenga la vaca, comúnmente se encuentra entre 3,2 y 4,2 %. Esta grasa se encuentra constituida a su vez por tres tipos de lípidos: Triglicéridos (96 % de la grasa), fosfolípidos (0,8-1%), y sustancias no saponificables (1%) (Guambo,Alex ; Allauca, 2010).

1.3.2.7 Bacterias lácticas

Las bacterias lácticas se alimentan del azúcar de la leche (lactosa) produciendo ácido láctico, el que otorga el sabor ácido característico de la leche fermentada, estas bacterias no son causa de enfermedades en el organismo humano, al contrario éstas se multiplican actuando como factores protectores de la mucosa intestinal, mejorando el funcionamiento del tracto digestivo.

La obtención de yogurt se da gracias a la acción de las bacterias lácticas *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaris*, dando el aroma, textura y sabor propios de las leches fermentadas.

➤ *Lactobacillus bulgaris*

Es uno de los más usados en el proceso de fermentación, son pertenecientes al género bacilos gram-positivos, estas bacterias son anaerobias facultativas o microaerófilas, por ende son bacterias termófilas, su temperatura óptimo de crecimiento va del 40 al 45 °C. Su función es generar el ácido láctico a partir de lactosa. (Moyano, 2014).

➤ *Streptococcus thermophilus*

Es una bacteria homofermentiva termo resistente, su poder de acidificación es menor que *Lactobacillus bulgaris*, se desarrolla entre 37-40 °C, tienen la capacidad de producir polisacáridos que tienden a formar un mucílago el cual otorga viscosidad al yogurt, considerada como una bacteria anaerobia tolerante, cuenta con la capacidad de producir energía (ATP) por respiración

aeróbica, además cumple una función muy importante en el organismo humano al actuar como prebiótico, ya que es la llamada a aliviar síntomas como los de intolerancia a la lactosa.

1.3.2.8 Fermentación

Mediante determinados sustratos que suelen ser contenidos en el medio de cultivo tiende a sufrir algún cambio con ayuda de la acción microbiana en metabolitos y biomasa, el microorganismo va creciendo en concentración mientras que a la misma vez cambia o modifica el medio formando nuevos productos por consecuencia de su actividad anabólica y catabólica.

Las fermentaciones son procesos de respiración anaeróbica, realizados por ciertas bacterias y levaduras. En ellos, el aceptor H^+ y electrones cedidos por una molécula orgánica permitirán obtener distintos productos finales. En el caso de fermentación láctica, la molécula receptora es el ácido pirúvico, que a su vez se da por el cambio que existe al reaccionar la sacarosa contenida en la leche y el producto resultante del piruvato es el ácido láctico.

El yogurt es un producto producido por la fermentación natural de la leche. A escala industrial se lleva a cabo la fermentación añadiendo a la leche dosis de 3-4 % de una asociación de dos cepas bacterianas, tales como: Los *Lactobacillus* que liberan Histona, Valina y Glicina, los cuales contribuyen con el crecimiento de *Streptococcus thermophilus*, poco productores de ácido, pero a su vez éstos son muy aromáticos, tienden a desarrollarse en niveles altos de pH, con una acidez de 7 a 5 aproximadamente en un trascurso de tiempo de 2 horas y media, y el *Lactobacillus Bulgarius* que son muy acidificantes a diferencia de los *Lactobacillus thermophilus* estos se desarrollan en pH bajo de 5 llevando incluso a valores más bajos de 4,2 y 4,8 en un tiempo aproximado de dos horas y media (Pericles, 2012).

Estas dos cepas bacterianas (cocos y bacilos), se benefician del uno del otro proporcionando compuestos para su crecimiento mutuo. Cuando el pH está entre 5 y 6, la leche se coagula y obtiene la consistencia semisólida.

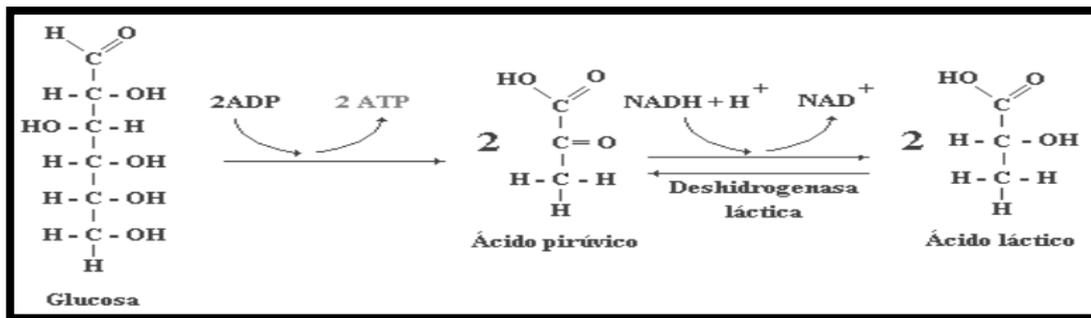


Figura 1-1: Reacción de fermentación láctica

Fuente: NUSSENBAUNN, 2015.

1.3.2.9 Proceso de elaboración del yogurt de chocho

✓ Proceso de obtención de leche de chocho desamargado

- Recepción de la materia prima: El proceso de obtención de leche de chocho comienza mediante la recepción del chocho desamargado que debe cumplir con la normativa NTE INEN 2390:2004.
- Pesaje: Cuando ha cumplido con las exigencias de la norma, la materia prima se pesa, para determinar la cantidad a producir el producto final.
- Lavado de la materia prima: Se realiza un lavado previo a la trituration, debido a que pueden existir sólidos no deseados presentes.
- Licuado o trituration: Una vez limpia la materia prima se lleva a trituration, e incluso en muchos casos a molienda, lo que ayudará a la liberación de proteína contenida en el grano de chocho, que queda flotando al formarse la lechada y carbohidratos, aceites, minerales y vitaminas.
- Filtrado: A continuación la lechada se someterá a una separación de la fase líquida de la sólida, mediante un filtrado, que separa una torta o pasta sólida de fibras que pueden ser utilizadas en la alimentación de animales en balanceado, y la parte líquida seguirá al proceso de obtención de la leche de chocho. Esta operación se la realiza mediante un juego de tamices maraca Tyler, de tamaño 100, 140 y 200 micrómetros.
- Pasteurización: Si el producto tiende a ser comercializado como leche de chocho se realiza una pasteurización, para eliminar bacterias que puedan estar contenidas, así como

la adición de sorbato de potasio, que alargue la vida útil del producto. La pasteurización se realiza durante 15 min a 95 °C.

- Envasado y enfriamiento: El producto una vez pasteurizado se lleva a un enfriamiento de 15 °C para su envasado.
 - Almacenaje: Se lleva a un cuarto frío el cual se encontrará entre 0 a 4 °C, hasta el momento que el producto salga a la venta.
- ✓ Proceso de obtención del yogurt de chocho
- Recepción de la materia prima: Se realiza un análisis de materia prima, tanto de la leche de chocho, como la leche de vaca a ser tratada.
 - Mezclado: Una vez que se hecho el análisis de la materia prima ésta entra a tanques de recepción. Que mediante tubería llegará a una marmita con agitación donde se realizará la mezcla con el azúcar, sorbato de potasio, y el estabilizante para una correcta homogenización.
 - Pasteurización: La pasteurización evita la proliferación de microorganismos, se la realiza a 95 °C durante 3 min.
 - Primer enfriado: Se hace un choque térmico que permita un enfriado en el menor tiempo posible, con el fin de tener una mezcla entre 42 °C y 45 °C.
 - Inoculación e incubación: A temperatura de 45 °C se puede dar la inoculación de LB Bullgaricus y EC. Thermophilus que ayudan en la fermentación de la sacarosa contenida en la leche, pasando por un proceso hasta lograr la obtención del ácido láctico, que da la característica al producto.
 - Segundo enfriado: Se hace un choque térmico que permita un enfriado en el menor tiempo posible, con el fin de tener una mezcla entre 15 °C.
 - Envasado y almacenaje: Se lleva a un cuarto frío que se encontrará entre 0 a 4 °C, hasta el momento que el producto sea comercializado.

1.4 Beneficiarios directos e indirectos

1.4.1. Beneficiarios Directos

El beneficiario directo de este proyecto es la Planta de Lácteos del Centro de Experimental Tunshi-ESPOCH.

1.4.2. Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos de este proyecto son los estudiantes politécnicos de ciertas carreras como: Ingeniería Química, Ingeniería Agroindustrial, entre otras. Ya que, el proceso servirá como guía para aprendizaje, al contar con mayor variedad de procesos para complementar sus conocimientos prácticos.

La población estudiantil, consumidores del yogurt en el comedor politécnico.

CAPÍTULO II

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1 General

Diseñar un proceso industrial para la obtención de un yogurt vegetal a base de leche de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) en la Planta de Lácteos ESPOCH.

2.2 Específicos

- ✓ Obtener la leche de chocho a partir del grano desamargado, mediante el proceso de trituración y filtración.
- ✓ Realizar la caracterización física-química-microbiológica de la materia prima: leche de chocho y leche de vaca basada en Norma Técnica Ecuatoriana LECHE CRUDA REQUISITO NTE INEN 9:2015.
- ✓ Determinar la mejor formulación para la elaboración de yogurt a partir de leche de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) aplicando métodos estadísticos.
- ✓ Identificar las variables, parámetros y operaciones del proceso para la obtención del yogurt.
- ✓ Validar el proceso mediante la caracterización físico-química y microbiológica del yogurt a base de leche de chocho según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 LECHE FERMENTADAS. REQUISITOS.

CAPÍTULO III

3. ESTUDIO TÉCNICO

3.1 Localización del Proyecto

El presente proyecto se llevará a cabo en la Planta de Lácteos ESPOCH, ubicada en la comunidad de Tunshi San Nicolás dentro de la Parroquia Licto, del Cantón Riobamba perteneciente a la Provincia de Chimborazo-Ecuador.

Tabla 1-3: Localización geográfica de Tunshi

Longitud	-78,6333
Latitud	-1,75
Rango altitudinal	2720 m.s.n.m
Clima	Temperatura Promedio 12°C

Fuente: Instituto Nacional de Riego (INAR)
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018



Figura 1-3: Localización de la Planta de Lácteos ESPOCH

Fuente: Google maps

3.2 Ingeniería del Proyecto

3.2.1. Tipo de estudio

El presente proyecto técnico tiene como finalidad obtener un producto con mayor valor nutricional en comparación con un yogurt a base de leche de vaca, se ha optado por la adición de una leche vegetal, en este caso del grano de chocho para la obtención de yogurt de chocho en la Estación Experimental “Tunshi” ESPOCH. Se llevará a cabo con diferentes métodos investigativos, siendo estos métodos el inductivo, deductivo y experimental sirviéndonos de guía para realizar la correcta ejecución de los objetivos planteados anteriormente.

3.2.2. Metodología

El proyecto se llevó a cabo tomando en cuenta las condiciones necesarias para la determinación de la aceptabilidad y futuro consumo del producto final. Teniendo en consideración su valor nutricional, además de sus características organolépticas que permitan su consumo. El producto fue desarrollado en la misma Planta de Lácteos donde se llevó a cabo pruebas de simulación a escala semi-industrial, obteniendo variables que formaran parte del diseño ingenieril del proceso para su elaboración.

- ✓ La formulación final se la consideró tomando diferentes aspectos como su valor nutricional mediante análisis físicos-químicos y aceptación organoléptica a través de encuestas realizadas al público en general mismo que actuarán como jueces en la elección de la formulación. La encuesta se encuentra conformada con preguntas cerradas (ANEXO D), la misma se realizará tomando en cuenta un método estadístico para determinar la formulación que satisfaga al público de mejor manera, discriminando las otras formulaciones planteadas que no cumplan con los requerimientos de aceptabilidad. Una vez que se tenga la formulación aceptada se procederá a la realización de un análisis físico-químico y microbiológico, que acredite la calidad del producto final según la norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 LECHES FERMENTADAS REQUISITOS.

3.2.2.1. Métodos

➤ Método Deductivo

Mediante el conocimiento de las características del yogurt de chocho como producto final, así como de las materias primas para su obtención. Este método permite que se parta de recolección de información bibliográfica, que posteriormente al transcurso del desarrollo del proyecto con ayuda de ensayos experimentales en laboratorio, nos otorgará conocimientos de las operaciones que serán parte del proceso.

➤ Método Inductivo

En el presente proyecto técnico se estudia la posibilidad de obtener yogurt de chocho, mediante el procesamiento del grano de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), en combinación con la leche de vaca. Partiendo de un análisis físico-químico y microbiológico de las materias primas se determinará la formulación adecuada del producto final, que cumplirá con la normativa ecuatoriana exigida para yogurt o leches fermentadas.

➤ Método Experimental

Mediante ensayos de laboratorio se obtendrá parámetros de control y/o variables para la conclusión del proyecto, mediante la utilización de técnicas de laboratorio, equipos, materiales que logren el objetivo de obtener un producto innovador y de calidad.

3.2.2.1. Técnicas

- ✓ En la etapa experimental del proyecto se hará uso de diferentes técnicas para la obtención de datos que permitan cumplir con los objetivos planteados, las mismas que se las consideró para la caracterización tanto de la leche de vaca como la leche de chocho mediante la normativa ecuatoriana para LECHE CRUDA REQUISITO NTE INEN 9:2015., dichas técnicas se pueden ver a continuación en la Tabla 2-3:

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

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

Sólidos 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"> ✓ Equipo de Mojonnier ✓ Platos de aluminio ✓ Pipetas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tomar 5 ml y colocar en un plato de aluminio. ✓ Calentar la placa a 108°C, hasta que aparezcan trazas de color marrón. ✓ Colocar las placas a una cámara de vacío y calentar por 10 minutos a una temperatura de 10 minutos. ✓ Enfriar los platos en el desecador y pesar. ✓ Calcular el porcentaje de ST por diferencia de peso.
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 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Poner en la capsula 5 ml de la muestra ✓ Evaporar por 30 minutos ✓ Llevar la cápsula a la estufa de desecación, calentar a 100°C ± 2°C. ✓ Luego de 3 horas de desecación enfriar en un desecador las cápsulas. ✓ Pesar las capsulas, repetir hasta que la diferencia no sea mayor a 0,5 g (Periodo 30 minutos). ✓ Calcular el porcentaje 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 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En un Erlenmeyer colocar 10 ml de muestra. ✓ Añadir 20 ml de agua destilada y adicionar unas gotas de fenolftaleína. ✓ Se neutralizó la acidez titulable con una solución de hidróxido de sodio hasta que de un color rosa. ✓ Añadir de 2 a 3 ml de formol, la muestra se vuelve de color blanco. ✓ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Colocar en un tubo de ensayo 0,5 ml de reactivo de bencidina. ✓ Añadir 1 o 2 gotas de leche. ✓ Calentar en baño maría durante algunos minutos, dejar enfriar con agua. ✓ Si se forma de un color rosa o rojo la prueba es positiva.

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

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Tabla 3-3: Técnica análisis microbiológico

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

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

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

3.2.3 Procedimiento a nivel de laboratorio

3.2.3.1. Selección de materia prima

Para la producción de la leche de chocho se considerará como materia prima el chocho desamargado que cuenta con la normativa para su calidad según la norma ecuatoriana NTE INEN 2390:2004. Tomando en cuenta el análisis sensorial del grano, que debe cumplir con los aspectos que se describen a continuación.

Tabla 4-3: Aspecto físico del chocho desamargado

Descripción	Producto comestible limpio húmedo
Presentación	Natural, uniforme, color blanco-crema
Olor	Característico, libre de olores extraños
Sabor	Característico del chocho, libre del sabor amargo.

Fuente: NTE INEN 2390:2004

Una vez obtenida la leche de chocho ésta formará parte de las materias primas para la obtención de yogurt de chocho, además teniendo en cuenta que la materia prima debe contar con una calidad óptima para su uso según la NTE INEN 9:2015, ésta debe cumplir con todos los requerimientos descritos en la misma

Tabla 5-3: Requisitos organolépticos de la leche

	REQUISITOS ORGANOLEPTICOS			
	COLOR	OLOR	ASPECTO	MICROORGANISMOS
Leche cruda de vaca	Blanco característico	Agradable característico	Sin elementos extraños	Bajo el rango requerido en la norma NTE INEN 9:2015
Leche de chocho	Blanco característico	Agradable característico	Sin elementos extraños	Bajo el rango requerido en la norma NTE INEN 9:2015

Fuente: NTE INEN 9:2015

Esto de acuerdo a un examen rápido de la materia prima a ser empleada, con la finalidad de obtener un producto de calidad y apto para el consumo humano.

➤ Materia prima

En base a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS. Se tiene en cuenta las cantidades de materias primas a ser consideradas para las formulaciones, ya que la norma describe que “Una leche fermentada con ingredientes debe tener

un máximo del 30% (m/m) de ingredientes no lácteos (como edulcorantes, frutas y verduras, así como jugos, purés, pastas, preparados y conservas derivados de los mismos, cereales, miel, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizados naturales e inocuos) y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o luego de la fermentación”. (INEN, 2011)

Tabla 6-3: Formulaciones propuestas

Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
80% leche cruda de vaca	70% leche cruda de vaca	60% leche cruda de vaca
15% leche de chocho	25% leche de chocho	35% leche de chocho
5% azúcar	5% azúcar	5% azúcar

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Las formulaciones fueron planteadas mediante un estudio bibliográfico, con la finalidad de tener un yogurt de chocho que se encuentre dentro de la normativa ecuatoriana.

➤ **Aditivos**

Los aditivos empleados para la obtención del yogurt a base de leche de chocho son los siguientes:

Tabla 7-3: Aditivos

ADITIVO	USO	CANTIDAD
Sorbato de potasio	Conservante	100mg/L
Estabilizante (Gelatina industrial)	Impide la separación de emulsiones y suspensiones en componentes individuales al aumentar la viscosidad de la mezcla	3g/L
Cultivo termófilo YF-L811	Cultivos mezclados de cepas <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus bulgaricus</i> , que se combinan para producir un aroma de yogur fresco.	16g/250L de leche

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- ✓ Materiales de laboratorio

Los materiales usados para la elaboración tanto de la leche de chocho, como del yogurt de chocho a nivel de laboratorio fueron los siguientes.

Tabla 8-3: Materiales obtención leche y yogurt de chocho

MATERIALES	USO
Marmita	Como pasteurizador y fermentador
Licuadora	Reducción de tamaño del chocho desamargado para la obtención de leche de chocho
Lienzo	Separación de sólidos de la leche tanto de vaca como de chocho.
Recipientes	Contenedor de leche
Tamiz	Separación de la torta de la leche de chocho
Caldero	Generador de vapor para uso en la marmita
Balanza	Determinación de pesos para materias primas e insumos.
Envases para yogurt	Envasado del yogurt en frascos para su conservación y distribución.

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

3.2.3.2. Descripción del procedimiento

- ✓ Leche de chocho
- ✓ Recepción de la materia prima (chocho desamargado): Se obtuvo a partir 1,2 Kg de chocho desamargado, el mismo que se procesará para la obtención de leche de chocho.



Fotografía 1-3: Chocho desamargado

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- ✓ Se realiza un lavado al chocho desamargado, con abundante agua que ayude a la eliminación de sólidos no deseados.



Fotografía 2-3: Lavado chocho desamargado

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- ✓ Se licúa el chocho desamargado añadiendo agua en relación de 1:2 de agua, es decir, se añadió 2.4 Kg de agua. Se licúa hasta tener una pasta homogénea, teniendo en cuenta en reducir el tamaño del grano lo más pequeño posible para la liberación de proteínas contenidas en la misma.



Fotografía 3-3: Licuado

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- ✓ Se da la separación de la parte líquida de la sólida con ayuda de un lienzo, formando una torta que puede ser utilizada como abono, y balanceado para animales.



Fotografía 4-3: Filtrado
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018

- ✓ Por último, se lleva a un recipiente la leche de chocho, obteniendo del filtrado un 70% de líquido, el mismo que se lleva a un cuarto frío para su conservación hasta su procesamiento como materia prima del yogurt de chocho.



Fotografía 5-3: Leche de chocho
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- ✓ Yogurt de chocho

Tomando en cuenta las formulaciones planteadas se elaboró el yogurt de chocho siguiendo el siguiente procedimiento para 10 litros de producto,

- ✓ Se receiptó la materia prima (leche de vaca cruda 7L y leche de chocho 3L), teniendo en cuenta que cumplan con las características organolépticas óptimas. Además, de considerar en la leche de vaca el control de calidad pertinente como la verificación de que no exista mastitis, entre otras.



Fotografía 6-3: Recepción de leche cruda
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- ✓ En la marmita con agitación se añadirá la leche de chocho y la leche de vaca cruda realizando un filtrado por medio de un lienzo para separar los sólidos o material extraño que pueda estar contenido.



Fotografía 7-3: Filtrado leche
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- ✓ Posteriormente se añade azúcar en los porcentajes según sea la formulación a realizar que es de 0,5Kg, además de colocar el estabilizante y el sorbato de potasio en la marmita con agitador se va a realizar una homogenización de las materias primas e insumos.,



Fotografía 8-3: Adición de azúcar, estabilizante y conservante
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- ✓ Se procede a la pasteurización a la temperatura de 90 °C por 15 min, con el fin de eliminar microorganismos que puedan estar presentes.



Fotografía 9-3: Pasteurización 90 °C
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- ✓ Una vez pasteurizado, se disminuye la temperatura a 42-45 °C, se añade el cultivo termófilo YF-L811 (Cultivo mezclado de cepas *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*), esta temperatura permite la proliferación de las cepas generando el aroma y el pH de 4,6 propio del yogurt. Se deja 6 horas para que produzca la fermentación láctica.



Fotografía 10-3: Adición cultivo termófilo
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- ✓ Se realiza un segundo enfriado hasta temperatura de 15 °C, el yogurt es transvasado de la marmita a un recipiente contenedor, se realiza el envasado del producto final, que será finalmente llevado al cuarto frío para su conservación.



Fotografía 11-3: Envasado y conservación
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

3.2.3.3 Análisis de discriminación para la determinación de la formulación más adecuada

a) Análisis nutricional

El análisis se llevó a cabo en el laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos ubicado en la ciudad de Riobamba, ver Anexo B, se realizó el análisis de dichos parámetros para cada una de las formulaciones. Tabla 9.3:

✓ Resultados de los análisis

Tabla 9-3: Resultados proteína y fibra de las formulaciones planteadas

CÓDIGO	FORMULACIÓN	PROTEINA (%)	FIBRA (%)
2017	80% Leche de chocho, 15% leche de vaca cruda y 5% de aditivos	6,5	1,02
2018	70% Leche de chocho 25% leche de vaca cruda y 5% de aditivos	6,8	1,18
2019	60% Leche de chocho, 35% leche de vaca cruda y 5% de aditivos	5,5	0,89

Fuente: Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos (SAQMIC)

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

En comparación en análisis nutricional de las formulaciones planteadas, se puede notar que la formulación de código 2018 obtiene un mejor porcentaje en proteína a comparación de las demás formulaciones, misma que al estar presente en un alimento puede ser la mejor opción, dando beneficios como perder peso y tonificar el cuerpo, ya que, aumenta la masa muscular. En cuanto a la fibra la formulación 2018 al igual que en la proteína tiene mayor cantidad, la fibra es indispensable para el tránsito digestivo, teniendo en cuenta estas propiedades se discrimina las formulaciones 2017 y 2019 al no tener mejor porcentaje nutricional. Dichos valores se pueden ver el Anexo A.

b) Análisis sensorial (Encuestas)

El análisis sensorial aportará a la decisión final respecto a la selección de la formulación que será llevada a nivel semi-industrial y experimental, con ayuda de encuestas que proporcionarán

información de aceptabilidad del nuevo producto a implementarse, el presente proyecto técnico es dirigido a la Estación Experimental Tunshi “Planta de lácteos”.

El método de selección de personas para la degustación del yogurt de chocho fue el afectivo, que permite generar grupos de posibles consumidores a los cuales se les denomina jueces afectivos, los mismos que no han tenido ningún tipo de entrenamiento y no han conocido el producto con anterioridad, las respuesta de la degustación por los jueces afectivos tendrá como respaldo en hojas físicas con preguntas concretas, cortas y comprensibles con el fin de no ser hostigosa para su desarrollo.(Yaoalli, 2008)

El grupo de jueces afectivos serán 100 personas, donde la respuesta muestra el grado de aceptabilidad que tendrá el producto, La prueba puede sufrir afectaciones cuando el juez presenta algún tipo de enfermedad, embarazo, entre otras que no le permita efectuar la encuesta por sus condiciones, haciendo que sufra una desviación notoria de resultados.

- ✓ Procedimiento, realización de encuestas.
- ✓ Para cada formulación se designó un código único, como se puede ver en a continuación en la Tabla 10-3

Tabla 10-3: Resignación de código

Procedencia	Formulaciones	Referencia	Código
Ensayos a nivel laboratorio	Formulación 1	Yogurt de chocho	2017
	Formulación 2	Yogurt de chocho	2018
	Formulación 3	Yogurt de chocho	2019

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- ✓ La encuesta se llevó a cabo el día 22 de junio de 2018, con 100 participantes que actuaron como jueces afectivos, el lugar escogido para ser la encuesta fue la puerta principal de acceso a la ESPOCH, además de calles aleatorias de la ciudad de Riobamba, en donde se tuvo acercamiento a los participantes como se puede ver a continuación en la fotografía 12-3 y fotografía 13-3.



Fotografía 12-3: Degustación
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- ✓ Cada participante “juez afectivo”, tendrá a su disposición tres formulaciones cada una con su respectivo código, las mismas que se les dio a degustar, la respuesta descansará en la hoja física con las preguntas pertinentes, previamente a su llenado se le explicará al participante la manera de llenarla, el modelo de la encuesta se puede observar en el ANEXO D.



Fotografía 13-3: Llenado de encuestas
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- ✓ Una vez realizadas las encuestas y llenadas por los participantes, se procede a la tabulación de datos, mediante el método estadístico del Chi-cuadrado, lo que permitirá analizar los resultados obtenidos de cada parámetro expuesto en la hojas de encuestas.

Tabla 11-3: Resultados del nivel de aceptación general de los jueces afectivos

Código	Frecuencia	Porcentaje	% Válido	% Acumulado
2017	5	5	5	5
2018	71	71	71	76
2019	24	24	24	100
TOTAL	100	100	100	

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

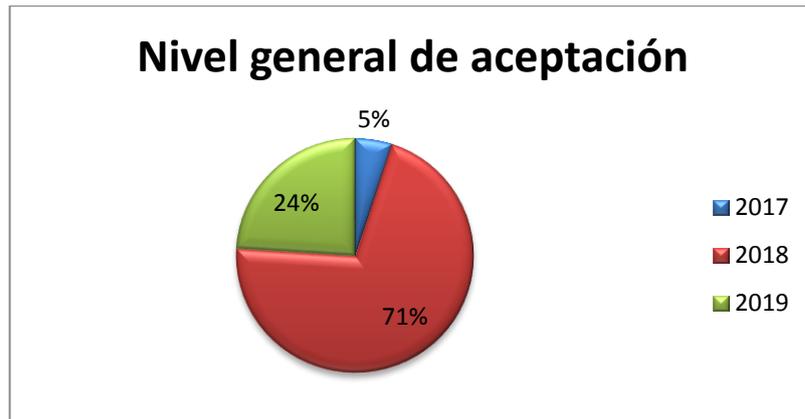


Gráfico 1-3: Porcentajes de aceptación de cada formulación
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Teniendo en cuenta que las personas que actuaron como jueces afectivos nos da el 100%, en nivel de aceptabilidad de la formulación 2 con código 2018 tiene mayor porcentaje que es el 71 %, un 24 % de la formulación 1 con código 2017 y el 5% es la formulación 3 con código 2019 la cual no tuvo buena aceptación.

✓ Parámetro de estudio: sabor

Hipótesis nula (las variables en estudio son independientes)

✓ H_0 : No existe rango de dependencia entre la respuesta dada por los jueces y la muestra

Hipótesis alternativa (Relación entre las variables de estudio)

✓ H_a : Existe dependencia entre el nivel de respuesta dada por los jueces y la muestra

Por consiguiente, se tabula las respuestas dadas, teniendo en cuenta la frecuencia observada ($f_{observada}$) según la muestra.

Tabla 12-3: Frecuencia observada “Sabor”

SABOR			
Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta
2017	3	1	2
2018	70	5	1
2019	12	3	3

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

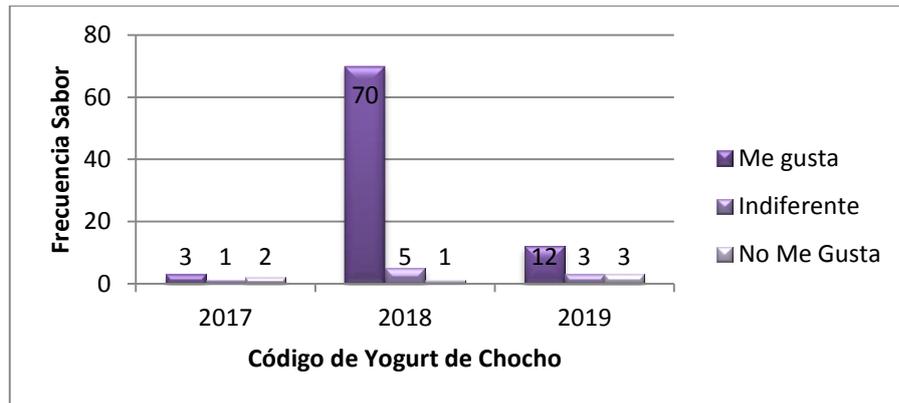


Gráfico 2-3: Frecuencia sabor
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018

Considerando la Tabla 20-3 se considera los grados de libertad como se muestra a continuación:

$$GL = (N^{\circ}_{filas} - 1)(N^{\circ}_{columnas} - 1) \quad \text{Ec. 1-3}$$

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

$$GL = 4$$

Se determina la frecuencia marginal para cada fila y columna

$$fm_{fila\ 1} = 3 + 1 + 2 = 6$$

$$fm_{columna\ 1} = 3 + 70 + 12 = 85$$

$$fm_{fila\ 2} = 70 + 5 + 1 = 76$$

$$fm_{columna\ 2} = 1 + 5 + 3 = 9$$

$$fm_{fila\ 3} = 12 + 3 + 3 = 18$$

$$fm_{columna\ 3} = 2 + 1 + 3 = 6$$

Dando lugar a una tabla de contingencia como la que se puede apreciar a continuación:

Tabla 13-3: Contingencia-sabor

SABOR					
Formulaciones	Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta	Total (fm_{fila})
Formulación 1	2017	3	1	2	6
Formulación 2	2018	70	5	1	76
Formulación 3	2019	12	3	3	18
TOTAL ($fm_{columna}$)		85	9	6	100

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

La sumatoria de las frecuencias tanto de las filas como de las columnas es igual al total de participantes que se sometieron al proceso de encuestas que en este caso fueron 100 jueces afectivos.

Se puede obtener la frecuencia esperada mediante la aplicación de la siguiente formula, para cada columna y fila respectivamente, y de cada formulación.

$$f_{esperado} = \frac{\text{TOTAL } (fm_{columna}) * \text{Total } (fm_{fila})}{\text{Gran Total}} \quad \text{Ec. 2-3}$$

Las siguientes frecuencias esperadas para cada formulación en el ítem “me gusta” son las siguientes

- ✓ Formulación 1, codigo:2017

$$f_{esperado} = \frac{85 * 6}{100} = 5,1$$

- ✓ Formulación 2, codigo:2018

$$f_{esperado} = \frac{85 * 76}{100} = 64,6$$

- ✓ Formulación 3, codigo:2019

$$f_{esperado} = \frac{85 * 18}{100} = 15,3$$

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

- ✓ Formulación 1, codigo:2017

$$f_{esperado} = \frac{9 * 6}{100} = 0,5$$

✓ Formulación 2, codigo:2018

$$f_{esperado} = \frac{9 * 76}{100} = 6,8$$

✓ Formulación 3, codigo:2019

$$f_{esperado} = \frac{9 * 18}{100} = 1,6$$

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

✓ Formulación 1, codigo:2017

$$f_{esperado} = \frac{6 * 6}{100} = 0,4$$

✓ Formulación 2, codigo:2018

$$f_{esperado} = \frac{6 * 76}{100} = 4,6$$

✓ Formulación 3, codigo:2019

$$f_{esperado} = \frac{6 * 18}{100} = 1,1$$

Tabla 14-3: Frecuencia esperada

SABOR				
Formulaciones	Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta
Formulación 1	2017	5,1	0,5	0,4
Formulación 2	2018	64,6	6,8	4,6
Formulación 3	2019	15,3	1,6	1,1

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

$$X^2_{calculado} = \sum \frac{(f_{observada} - f_{esperada})^2}{f_{esperada}} \quad \text{Ec. 3-3}$$

Teniendo en cuenta los valores de las Tablas 21-3 y 22-3 se tiene:

Tabla 15-3: Chi-cuadrado calculado

Formulación/código	Ítems	$f_{observada}$	$f_{esperada}$	Chi-cuadro calculado
Formulación 1 Codigo:2017	Me gusta	3	5,1	0,86
	Indiferente	1	0,5	0,5
	No me gusta	2	0,4	6,4
Formulación 2 Codigo:2018	Me gusta	70	64,6	0,45
	Indiferente	5	6,8	0,48
	No me gusta	1	4,6	2,82
Formulación 3 Codigo:2018	Me gusta	12	15,3	0,71
	Indiferente	3	1,6	1,23
	No me gusta	3	1,1	3,28
$X^2_{calculado}$				$\Sigma = 16,73$

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Para establecer el Chi-cuadrado crítico, se lo hará mediante el uso de tabla teórica, la misma que nos dará el valor con un nivel de confiabilidad del 95%, a más anteriormente conocido el número de grado de libertad se lleva a obtener dicho número como se puede ver a continuación:

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

Una vez conocidos los resultados del Chi cuadrado calculado y el Chi-cuadrado crítico teórico Tabla 24-3 se puede aceptar o no la hipótesis:

Tabla 16-3: Resultados Chi-cuadrado/parámetro sabor

	Valor	Grados de libertad
Chi-cuadrado ($X^2_{calculado}$)	16,73	4
Razón de verosimilitudes ($X^2_{critico}$)	9,48	4
N° de casos válidos (población)	100	-----

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Se puede rechazar la hipótesis nula cuando $X^2_{calculado} > X^2_{critico}$, caso contrario es aceptada. Siendo así en este caso con un nivel de confianza del 95%, como el valor del Chi-cuadrado es mayor al crítico, se puede rechazar la hipótesis nula, concluyendo que el sabor en su totalidad gustó a los participantes encuestados, la formulación 2 de código 2018 tuvo mayor aceptación en sabor en comparación de las otras formulaciones planteadas.

✓ Parámetro de estudio: olor

Siguiendo la metodología de cálculo en el parámetro de estudio anterior “sabor”, se considera lo siguiente para el parámetro olor:

Tabla 17-3: Frecuencia observada

OLOR			
Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta
2017	3	4	6
2018	54	5	3
2019	17	4	4

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

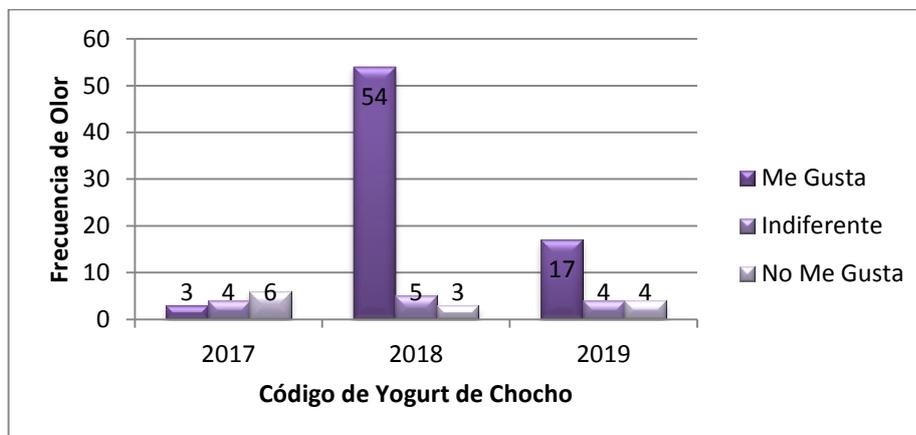


Gráfico 3-3: Frecuencia olor

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Considerando el cálculo de grados de libertad y la determinación la frecuencia marginal para cada fila y columna se tiene:

Tabla 18-3: Contingencia-olor

OLOR					
Formulaciones	Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta	Total ($f_{m_{fila}}$)
Formulación 1	2017	3	4	6	13
Formulación 2	2018	54	5	3	62
Formulación 3	2019	17	4	4	25
TOTAL ($f_{m_{columna}}$)		74	13	13	100

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Se puede obtener la frecuencia esperada mediante la aplicación de la Ec.2-3, para cada columna y fila respectivamente, y de cada formulación.

Las siguientes frecuencias esperadas para el parámetro olor se puede observar en la tabla 19-3.

Tabla 19-3: Frecuencia esperada

OLOR				
Formulaciones	Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta
Formulación 1	2017	9,6	1,7	1,7
Formulación 2	2018	45,9	8,1	8,1
Formulación 3	2019	18,5	3,3	3,3

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

El cálculo de Chi-cuadrado se lo realiza mediante la siguiente Ec.3-3, teniendo en cuenta los valores de las tablas se tiene el valor de Chi-cuadrado calculado, y mediante el uso de tabla teórica se establecerá el Chi-cuadrado crítico, la misma que nos dará el valor con un nivel de confiabilidad del 95% y el grado de libertad.

Tabla 20-3: Resultados Chi-cuadrado/parámetro olor

	Valor	Grados de libertad
Chi-cuadrado ($X^2_{calculado}$)	24,78	4
Razón de verosimilitudes ($X^2_{critico}$)	9,48	4
N° de casos válidos (población)	100	-----

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Se puede rechazar la hipótesis nula cuando $X^2_{calculado} > X^2_{critico}$, caso contrario es aceptada. Siendo así este caso con un nivel de confianza del 95%, como el valor del Chi-cuadrado es mayor al crítico, se puede rechazar la hipótesis nula, concluyendo que gustó el olor en su totalidad a los participantes encuestados, teniendo en cuenta que la formulación 2 de código 2018 tuvo mayor aceptación en olor en comparación de las otras formulaciones planteadas.

✓ Parámetro de estudio: Consistencia

Siguiendo la metodología de cálculo en el parámetro de estudio anterior “olor”, se considera lo siguiente para el parámetro consistencia:

Tabla 21-3: Frecuencia observada-consistencia

Consistencia			
Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta
2017	3	2	4
2018	54	8	4
2019	20	2	3

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

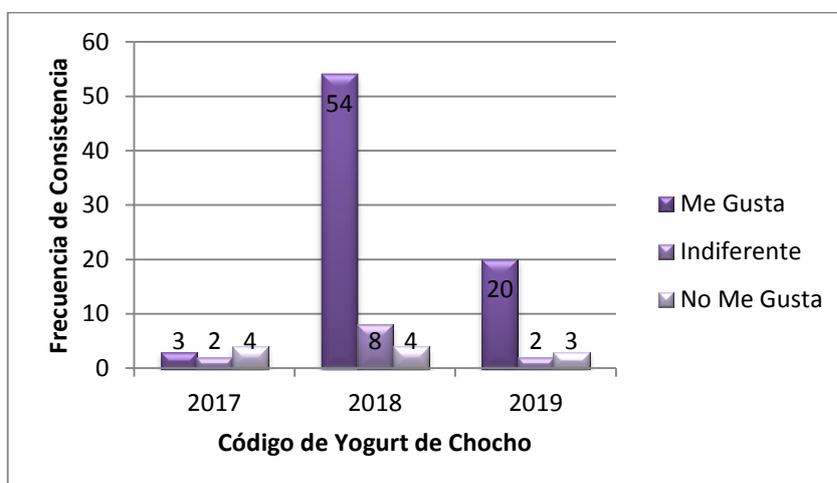


Gráfico 4-3: Frecuencia-Consistencia

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Considerando el cálculo de grados de libertad y la determinación la frecuencia marginal para cada fila y columna se tiene:

Tabla 22-3: Contingencia-consistencia

CONSISTENCIA					
Formulaciones	Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta	Total ($f_{m\text{fila}}$)
Formulación 1	2017	3	2	4	9
Formulación 2	2018	54	8	4	66
Formulación 3	2019	20	2	3	25
TOTAL ($f_{m\text{columna}}$)		77	12	11	100

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Se puede obtener la frecuencia esperada mediante la aplicación de la Ec.2-3, para cada columna y fila respectivamente, y de cada formulación.

Las siguientes frecuencias esperadas para el parámetro “consistencia se puede observar a continuación:

Tabla 23-3: Frecuencia esperada-consistencia

CONSISTENCIA				
Formulaciones	Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta
Formulación 1	2017	6,9	1,1	1,0
Formulación 2	2018	50,8	7,9	7,3
Formulación 3	2019	19,3	3,0	2,8

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Para calcular el Chi-Cuadrado se lo realiza mediante la Ec. 3-3, teniendo en cuenta los valores de las tablas se tiene el valor de Chi-cuadrado calculado, y mediante el uso de tabla teórica establecerá el Chi-cuadrado crítico, la misma que nos dará el valor con un nivel de confiabilidad del 95% y el grado de libertad.

Tabla 24-3: Resultados Chi-cuadrado/parámetro consistencia

	Valor	Grados de libertad
Chi-cuadrado ($X^2_{calculado}$)	14	4
Razón de verosimilitudes ($X^2_{critico}$)	9,48	4
Nº de casos válidos (población)	100	-----

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Se puede rechazar la hipótesis nula cuando $X^2_{calculado} > X^2_{critico}$, caso contrario es aceptada. Siendo así en este caso con un nivel de confianza del 95%, como el valor del Chi-cuadrado es mayor al crítico, se puede rechazar la hipótesis nula, concluyendo que la consistencia gustó en su totalidad a los participantes encuestados, siendo así la formulación 2 de código 2018 tuvo mayor aceptación en consistencia en comparación de las otras formulaciones propuestas.

✓ Parámetro de estudio: Textura

Siguiendo la metodología de cálculo en el parámetro de estudio anterior “consistencia”, se considera lo siguiente para el parámetro textura:

Tabla 25-3: Frecuencia observada-textura

Textura			
Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta
2017	3	2	3
2018	73	4	1
2019	9	3	2

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

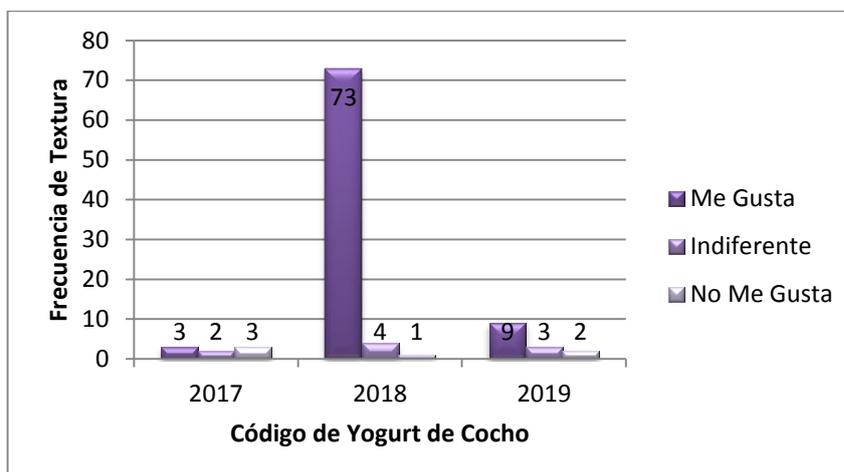


Gráfico 5-3: Frecuencia-textura

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Considerando el cálculo de grados de libertad y la determinación la frecuencia marginal para cada fila y columna se tiene:

Tabla 26-3: Contingencia-textura

TEXTURA					
Formulaciones	Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta	Total ($f_{m\text{fila}}$)
Formulación 1	2017	3	2	3	8
Formulación 2	2018	73	4	1	78
Formulación 3	2019	9	3	2	14
TOTAL ($f_{m\text{columna}}$)		85	9	6	100

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Se puede obtener la frecuencia esperada mediante la aplicación de la Ec.2-3, para cada columna y fila respectivamente, y de cada formulación.

Las siguientes frecuencias esperadas para el parámetro “textura” se puede observar en la tabla 27-3.

Tabla 27-3: Frecuencia esperada-textura

TEXTURA				
Formulaciones	Código	Me gusta	Indiferente	No me gusta
Formulación 1	2017	6,8	0,7	0,5
Formulación 2	2018	66,3	7,0	4,7
Formulación 3	2019	11,9	1,3	0,8

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Para calcular el Chi-cuadrado se lo realiza mediante la Ec.3-3:

Teniendo en cuenta los valores de las tablas se tiene el valor de Chi-cuadrado calculado, y mediante el uso de tabla teórica establecerá el Chi-cuadrado crítico, la misma que nos dará el valor con un nivel de confiabilidad del 95% y el grado de libertad.

Tabla 28-3: Resultados Chi-cuadrado/parámetro textura

	Valor	Grados de libertad
Chi-cuadrado ($X^2_{calculado}$)	26,64	4
Razón de verosimilitudes ($X^2_{critico}$)	9,48	4
N° de casos válidos (población)	100	-----

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Se puede rechazar la hipótesis nula cuando $X^2_{calculado} > X^2_{critico}$, caso contrario es aceptada. Siendo este caso con un nivel de confianza del 95%, como el valor del Chi-cuadrado es mayor al crítico, se puede rechazar la hipótesis nula, concluyendo que la textura gustó en su totalidad a los participantes encuestados, siendo la formulación 2 de código 2018 la que tuvo mayor aceptación en textura en comparación de las otras formulaciones propuestas.

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales se basa en la técnica estadística para reducir la cantidad de variables, se puede observar que el yogurt con el código 2018 fue el preferido en cuanto a parámetros como sabor, olor, consistencia y textura. La muestra con el código 2017 fue la que tuvo menor aceptación junto a la muestra 2019 respecto a los tres parámetros antes mencionados.

3.2.3.4. Variables del proceso

A continuación, se da a conocer las variables que están presentes en los procesos u operaciones de obtención tanto de leche de chocho como del yogurt, dando a conocer las variables importantes y rangos a controlar.

Tabla 29-3: Variables del proceso de obtención del yogurt

Leche de chocho			
Operación	Descripción	Variable o Parámetro	Aparato de medición
Recepción chocho desamargado	Análisis organoléptico para saber en qué condiciones se encuentra el chocho desamargado a más de conocer su peso con el que se va a trabajar	Peso	Balanza
		Material extraño	Visual
Triturado/licuado	Disminución del tamaño del grano del chocho para la liberación de proteínas.	Tiempo	Cronómetro
		Velocidad	Girómetro
		Potencia	Vatímetro
Filtrado	Separación de sólidos de un líquido.	Tiempo	Cronómetro
		Luz de malla	Calibrador
Yogurt de chocho			
Operación	Descripción	Variable o Parámetro	Aparato de medición
Recepción de materia prima	Se realizan análisis Físico-Químicas para saber la calidad de la leche	Ph	Potenciómetro
		Grasa	Lactodensímetro
		Olor	Visual
		Color	Visual
Mezclado	Homogenización de las materias primas	Volumen de leche de vaca. Volumen de leche de chocho.	Contenedor graduado
Pasteurización	Es una operación muy importante para poder destruir todo tipo de microorganismos presentes.	T°	Termómetro
		Tiempo	Cronómetro
Inoculación e incubación	Fermentación láctica gracias a la presencia de bacterias.	Ph	Potenciómetro
		Cantidad de cultivo termófilo Potenciómetro	Balanza
		Tiempo	Cronómetro
Embotellado	Envasado adecuado para conservación del producto.	Cantidad a envasar	Contenedor graduado
Almacenado	Lugar adecuado a temperatura específica en cámaras frigoríficas	T°	4°C

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018

3.2.4. Balance de masa y energía

En el diseño del proceso industrial se tomará como base 100 litros de yogurt de chocho como producto final para el dimensionamiento de los equipos.

3.2.4.1 Balance de masa para la obtención de leche de chocho desamargado

Los balances de masa se van a realizar en los procesos de licuado, prensado y filtrado debido a que en estas etapas existen ganancias y pérdidas de masa. Ya sea en el primer caso por adición de agua y en el segundo caso por eliminación de sólidos en forma de torta, como se puede ver a continuación:

Licuado

En el licuado se tiene una relación de 1:2 de chocho desamargado con agua.

- **Balance de masa**



- **rendimiento**

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{M.P.sale}{M.P.entra} (100 \%) \quad \text{Ec. 4-3}$$

Dónde:

% rendimiento: Porcentaje de rendimiento en el pelado

M.P. sale: Chocho licuado; 35,6044 Kg

M.P. entra: Chocho antes del licuado y agua; 35.64 Kg

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{35,6044 \text{ Kg}}{35,64 \text{ Kg}} (100 \%)$$

$$\% \text{ rendimiento} = 99.9 \%$$

✚ Prensado

- **Balance de masa**



- **Rendimiento**

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{M.P.sale}{M.P.entra} (100 \%) \quad \text{Ec. 5-3}$$

Dónde:

% rendimiento: Porcentaje de rendimiento en el pelado

M.P. sale: Leche de chocho: 25,28 Kg

M.P. entra: Chocho licuado: 35.60 Kg

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{25,28 \text{ Kg}}{35,60 \text{ Kg}} (100 \%)$$

$$\% \text{ rendimiento} = 71.01 \%$$

3.2.4.2 Balance de masa para la obtención yogurt de chocho

Una vez obtenida la leche de chocho realiza el balance de masa para los procesos de obtención del yogurt, como punto central se tiene al balance de masa de la marmita, ya que, aquí se da la pasteurización e incubación mediante la adición del cultivo termófilo.

✚ Selección de materia prima (leche cruda de vaca)

Mediante ensayos de laboratorio se tiene que para 10 litros de yogurt se necesita 7 litros de leche cruda de vaca. Llevando a relación a los 100 litros de tiene:

$$\text{Peso de la leche cruda} = \text{leche chuda}(\rho_{l.cruda}) \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right) \quad \text{Ec.6-3}$$

Datos:

Peso de la leche cruda (Kg)

Leche cruda: 70 litros

$\rho_{l.cruda}$: Densidad de la leche cruda (Valor obtenido en análisis de la leche cruda)

$$\text{Peso de la leche cruda} = 70 \text{ litros de leche cruda} \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} \right) \left(\frac{1031 \text{ Kg}}{1 \text{ m}^3} \right)$$

$$\text{Peso de la leche cruda} = 72,17 \text{ Kg}$$

✚ Marmita con agitación

- **Formulación**

70 %: Leche de vaca

25%: Leche de chocho

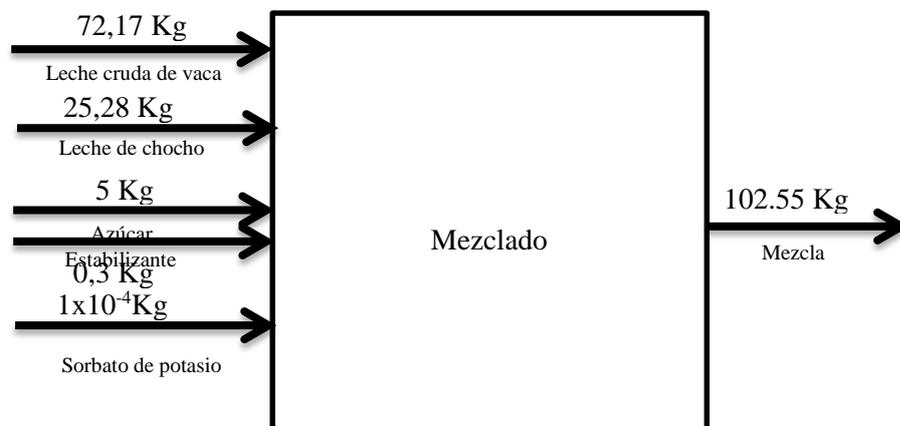
5%: Azúcar

Insumos: Sorbato de potasio y estabilizante.

Mediante la formulación propuesta se tiene las cantidades de: Leche de vaca (72,17 Kg), leche de chocho (25,075), azúcar (5 Kg) y los insumos (Sorbato de potasio: 1×10^{-4} Kg (100mg/L) y estabilizante: 0,3 Kg (3g/L).

✚ Mezclado

- **Balance de masa en la mezcla**

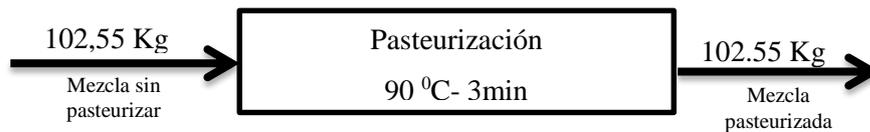


- **Rendimiento**

A la marmita con agitación entra las materias prima e insumos para su mezclado, debido a que este proceso no existe variación en entrada y salida en el balance de masa tiene una eficiencia del 100%.

- **Pasteurización**

- **Balance de masa en la mezcla**



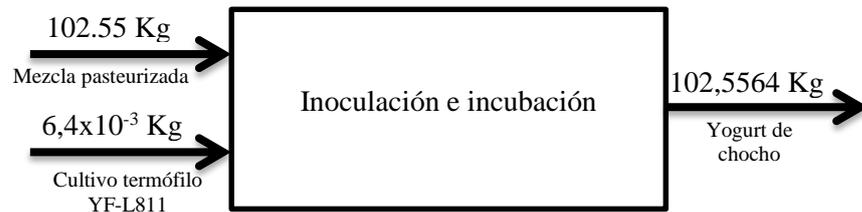
- **Rendimiento**

En la pasteurización a pesar de que existe una evaporación del agua contenida en la leche tanto de vaca como de chocho, está al ser mínima se considera despreciable, quedando en este proceso con un rendimiento del 100%.

- **Inoculación e incubación**

Es en esta etapa del proceso se realiza la adición del cultivo termófilo, mismo que proporcionará el olor, aroma, y contextura al yogurt

- **Balance de masa**



- **Rendimiento**

Se obtiene un rendimiento del 100% debido a que no existe pérdida en esta etapa del proceso.

3.2.4.3 Balance de energía

Como existe un intercambio de calor por energía se realiza los cálculos pertinentes para identificar la ganancia y pérdidas de calor. Como se puede ver a continuación:

Pasteurización

- **Área de transferencia de calor**

Ec. 7-3

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

Datos:

A: Área de transferencia de calor

r: Radio del pasteurizador:0,225m

h: Altura del pasteurizador:0,8 m

$$A = 2\pi(0,225\text{m})(0,8 \text{ m})$$

$$A = 1,13\text{m}^2$$

- Calor perdido en las paredes del pasteurizador

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

Ec. 8-3

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

Datos:

Q_M : Calor perdido en las paredes del pasteurizador

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

A: Área de transferencia de calor del pasteurizador: $1,13 \text{ m}^2$

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

T_A : Temperatura de alimentación: $18 \text{ } ^\circ C$

$$Q_M = 16 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} (1,13 m^2) * (90^\circ C - 18^\circ C)$$

$$Q_M = 1301,76 W$$

$$Q_M = 1,3 KW$$

- Capacidad calorífica de la leche cruda

Ec. 9-3

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

Datos:

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

W_a : Contenido de agua: 88,60 %

TS: Solidos no grasos: 8,75 % (Valor obtenido en los análisis físicos- químicos de la leche de chocho, Anexo A)

θ : Temperatura de pasteurización de la leche cruda: 90 °C

$$C_{p_{l.cruda}} = 41,8(88,60) + (13,71 + 0,112(90)) * 8,75$$

$$C_{p_{l.cruda}} = 3911,64 \frac{J}{kg^\circ C}$$

- Calor ganado por la leche cruda

Ec. 10-3

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

Datos:

Q_L : Calor ganado por la leche cruda

m_L : Masa de leche cruda que ingresa: 72,17 Kg

t: Tiempo de pasteurización: 3 min

$C_{p_{l.cruda}}$: Capacidad calorífica de la leche cruda: 3911,64 $\frac{J}{kg^\circ C}$

T_p : Temperatura de pasteurización: 90 °C

T_A : Temperatura de alimentación: 18 °C

$$Q_L = \frac{72,17 \text{ Kg}}{180 \text{ s}} * 3911,64 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} * ((90 - 18)^\circ\text{C})$$

$$Q_L = 112921,22 \text{ W}$$

$$Q_L = 112,21 \text{ KW}$$

- Capacidad calorífica de la leche de chocho

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

Datos:

$Cp_{l.chocho}$: Capacidad calorífica de la leche de chocho

W_a : Contenido de agua: 93,60 %

TS: Solidos no grasos: 0,61 % (Valor obtenido en los análisis físicos- químicos de la leche de chocho, ver ANEXO A)

θ : Temperatura de pasteurización de la leche de chocho: 90 °C

$$Cp_{l.chocho} = 41,8(93,60) + (13,71 + 0,112(90)) * 0,61$$

$$Cp_{l.chocho} = 3926,99 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

- Calor ganado por la leche de chocho

$$Q_{Lch} = \frac{m_{L.ch}}{t} * Cp_{lchocho} * ((T_p - T_A))$$

Datos:

Q_{Lch} : Calor ganado por la leche de chocho

m_L : Masa de leche cruda que ingresa: 25,075 Kg

t: Tiempo de pasteurización: 3 min

$Cp_{l.chocho}$: Calor calorífico de la leche de chocho: $3926,99 \frac{J}{kg^\circ C}$

T_p : Temperatura de pasteurización: 90 °C

T_A : Temperatura de alimentación: 18 °C

$$Q_{Lch} = \frac{25,075 \text{ Kg}}{180 \text{ s}} * 3926,99 \frac{J}{kg^\circ C} ((90 - 18)^\circ C)$$

$$Q_{Lch} = 39387,71 \text{ W}$$

$$Q_{Lch} = 39,39 \text{ KW}$$

- Calor suministrado por la caldera

Ec. 11-3

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

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

Datos:

Q_c : Calor suministrado por la caldera

Q_{Lcruda} : Calor ganado por la leche cruda: 112,21 KW

Q_{Lch} : Calor ganado por la leche de chocho: 39,39 KW

Q_M : Calor perdido en las paredes del pasteurizador; 1,3 KW

$$Q_c = 39,39 \text{ KW} + 112,21 \text{ KW} - 1,3 \text{ KW}$$

$$Q_c = 150,3 \text{ KW}$$

- Coeficiente global de transferencia de calor en el pasteurizador

Ec. 12-3

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

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

Datos:

U: Coeficiente global de transferencia de calor

Q_{Lcruda} : Calor ganado por la leche cruda: 112,21 KW

Q_{Lch} : Calor ganado por la leche de chocho: 39,39 KW

A: Área de transferencia de calor del pasteurizador: 1,13 m²

T_p : Temperatura de pasteurización: 90 °C

T_A : Temperatura de alimentación: 18 °C

$$U = \left(\frac{112,21 \text{ KW} + 39,39 \text{ KW}}{1,13 \text{ m}^2 (90 - 18)^\circ\text{C}} \right)$$

$$U = 1.86 \frac{\text{KW}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

✚ Balance de energía enfriamiento 1

- Calor perdido en las paredes de la marmita

Ec. 13-3

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

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

Datos:

Q_M : Calor perdido en las paredes de la marmita

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

A: Área de transferencia de calor de la marmita: 1,13 m²

T_F : Temperatura de fermentación: 45 °C

T_p : Temperatura de pasteurización: 90 °C

$$Q_M = 16 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} (1,13 m^2) * (45^\circ C - 90^\circ C)$$

$$Q_M = -813,6 W$$

$$Q_M = -0,813 KW$$

- Capacidad calorífica de la leche cruda

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

Datos:

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

W_a : Contenido de agua: 88,60 %

TS: Solidos no grasos: 8,75 %

θ : Temperatura de fermentación de la leche cruda: 45 °C

$$Cp_{l.cruda} = 41,8(88,60) + (13,71 + 0,112(45)) * 8,75$$

$$Cp_{l.cruda} = 3867,54 \frac{J}{kg^\circ C}$$

- Calor ganado por la leche cruda

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

Datos:

Q_L : Calor ganado por la leche cruda

m_L : Masa de leche cruda que ingresa: 72,17 Kg

t: Tiempo de pasteurización: 3 min

T_p : Temperatura de pasteurización: 90 °C

T_f : Temperatura de fermentación: 18 °C

$$Q_L = \frac{72,17 \text{ Kg}}{180 \text{ s}} * 3867,54 \frac{J}{\text{kg}^\circ\text{C}} * ((45 - 90)^\circ\text{C})$$

$$Q_L = -69780,09 \text{ W}$$

$$Q_L = -69,78 \text{ KW}$$

- Capacidad calorífica de la leche de chocho

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

Datos:

$Cp_{l.chocho}$: Capacidad calorífica de la leche de chocho

W_a : Contenido de agua: 93,60 %

TS: Solidos no grasos: 0,61 %

θ : Temperatura de fermentación de la leche de chocho: 45 °C

$$Cp_{l.cruda} = 41,8(93,60) + (13,71 + 0,112(45)) * 0,61$$

$$Cp_{l.cruda} = 3923,92 \frac{J}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

- Calor ganado por la leche de chocho

$$Q_{Lch} = \frac{m_{L.ch}}{t} * C_{p_{lchocho}} * ((T_p - T_A))$$

Datos:

Q_{Lch} : Calor ganado por la leche de chocho

m_L : Masa de leche cruda que ingresa: 25,075 Kg

t: Tiempo de pasteurización: 3 min

T_p : Temperatura de pasteurización: 90 °C

T_A : Temperatura de fermentación: 45 °C

$$Q_{Lch} = \frac{25,075 \text{ Kg}}{180 \text{ s}} * 3923,92 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} ((45 - 90)^\circ\text{C})$$

$$Q_{Lch} = -24598,07 \text{ W}$$

$$Q_{Lch} = -24,59 \text{ KW}$$

- Calor ganado por el agua de enfriamiento

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

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

Datos:

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

Q_{Lcruda} : Calor perdido por la leche cruda: -69,78 KW

Q_{Lch} : Calor perdido por la leche de chocho: -24,59 KW

Q_M : Calor perdido en las paredes de la marmita; -0,813 KW

$$Q_{H2O} = -(-69,78 \text{ KW} - 24,59 \text{ KW} - 0,813 \text{ KW})$$

$$Q_{H2O} = 95,18 \text{ KW}$$

- Coeficiente global de transferencia de calor

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

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

Datos:

U: Coeficiente global de transferencia de calor

Q_{h20} : Calor ganado por el agua de enfriamiento: -95,18 KW

A: Área de transferencia de calor del pasteurizador: 1,13 m²

T_p : Temperatura de pasteurización: 90 °C

T_A : Temperatura de alimentación: 18 °C

$$U = \left(\frac{-95,18 \text{ KW}}{1,13 \text{ m}^2 (45 - 90)^\circ\text{C}} \right)$$

$$U = 1.87 \frac{\text{KW}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

✚ Balance de energía en la etapa de fermentación

- Calor ganado por el ambiente

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

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

Datos:

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

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

Q_{pared} : Calor perdido por las paredes:

- Calculo número de Grashof

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

Datos:

G_r : Número de Grashof

H: altura de la marmita: 0,8m

g : Gravedad: 9,8 m/s²

β : Coeficiente de expansión volumétrica: 21 °C⁻¹

ρ : Densidad: 1049,29 Kg/m³

μ_m : Viscosidad: 0,6989 Kg/ms

T_F : Temperatura de fermentación: 45 °C

T_A : Temperatura del ambiente: 18 °C

$$G_r = \frac{(0,8m)^3 \left(1049,29 \frac{Kg}{m^3}\right)^2 (9,8 \frac{m}{s^2})(0,21 \text{ °C}^{-1})(45\text{°C} - 18\text{°C})}{\left(0,6989 \frac{Kg}{m.s}\right)^2}$$

$$G_r = 44818273,55$$

$$P_r = 7,54$$

$$G_r P_r = 44818273,55(7,54)$$

$$G_r P_r = 337929782,6$$

- Cálculo coeficiente de convección interno

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

Ec.15-3

Datos:

h_{ci} : Coeficiente de convección interno

H: altura de la marmita: 0,8m

G_r : Número de Grashof: 44818273,55

P_r : Número de Prandtl: 7,54

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

$$h_{ci} = \frac{0,399 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}}{0,8 m} (0,59)(337929782,6)^{\frac{1}{4}}$$

$$h_{ci} = 22,44 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

- Coeficiente de convección del aire

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

Datos:

h_{co} : Coeficiente de convección del aire

T_F : Temperatura de fermentación: 45 °C

T_A : Temperatura del ambiente: 18 °C

H: altura de la marmita: 0,8m

$$h_{co} = 1,42 \left(\frac{45^\circ C - 18^\circ C}{0,8m} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$h_{co} = 3,4$$

- Coeficiente de radiación

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

Ec. 16-3

Datos:

ε : Constante de emisividad del material: 0,28

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

$$h_{ro} = (0,28) \left(2,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 k^4} \right) \left((318,15 K)^4 - (291,15 K)^4 \right)$$

$$h_{ro} = 222,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 \text{°C}}$$

- Calor perdido por las paredes

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

Ec.17-3

$$Q_{pared} = \frac{T_F - T_A}{\frac{1}{2\pi r_f H h_{ci}} + \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi r_f H k_{acero}} + \frac{1}{2\pi r_f H (h_{co} + h_{ro})}}$$

Datos:

Q_{pared} : Calor perdido por las paredes

T_F : Temperatura de fermentación: 45 °C

T_A : Temperatura del ambiente: 18 °C

r_f : Radio del fermentador: 0,225 m

r_2 : Radio externo del fermentador: 0,255

H: Longitud del fermentador: 0,8 m

k_{acero} : Coeficiente de transmisión térmica del material: $16 \frac{W}{m^2 \text{°C}}$

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

h_{co} : Coeficiente de convección del aire: $3,4 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

h_{ro} : Coeficiente de radiación: $222,67 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

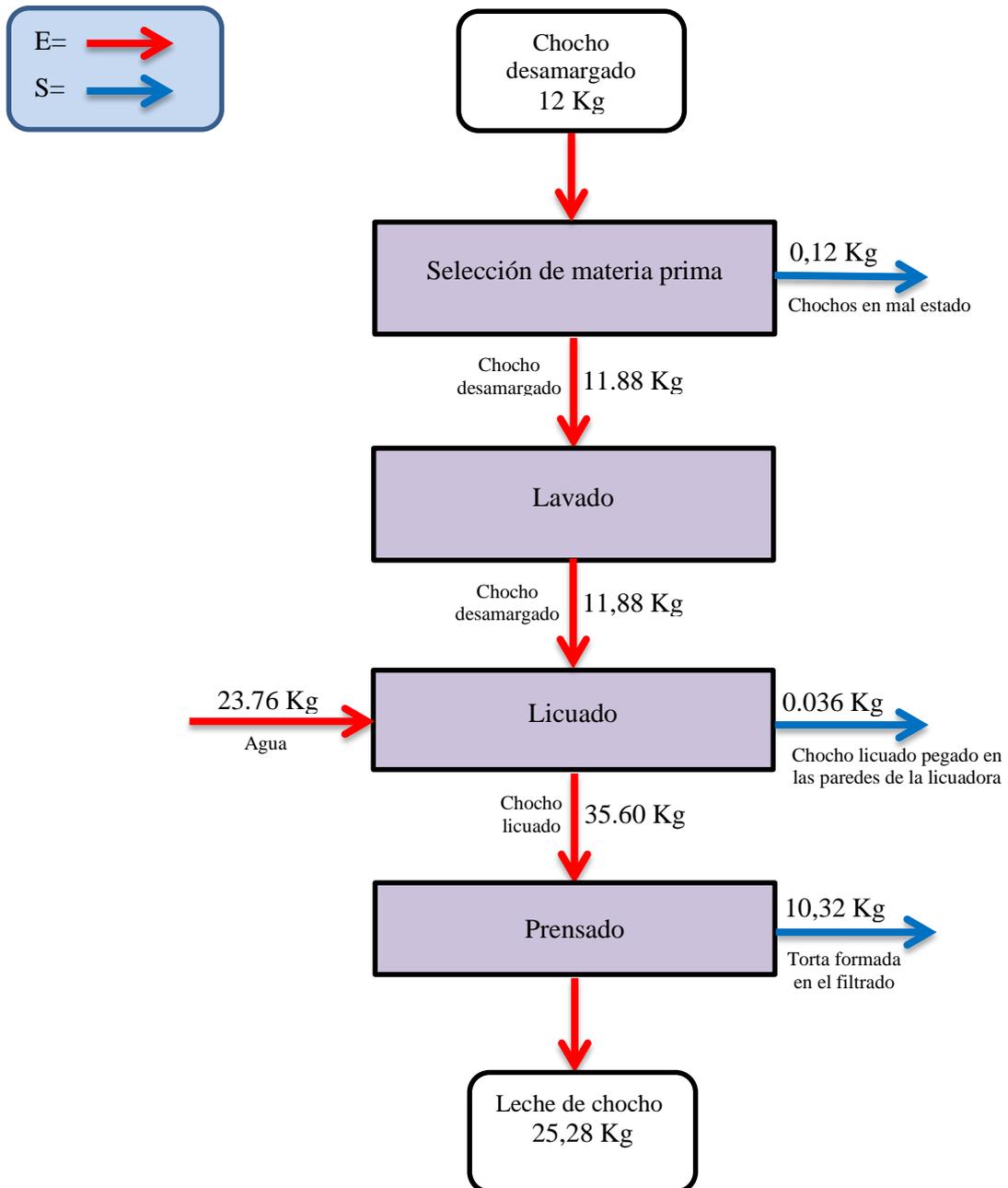
Q_{pared}

$$= \frac{(45 - 18)^\circ C}{\frac{1}{2\pi(0,225)(0,8)(22,44)} + \frac{\ln \frac{0,225}{0,255}}{2\pi(0,225)(0,8)(16)} + \frac{1}{2\pi(0,255)(0,8)(3,4 + 222,67 \times 10^{-8})}}$$

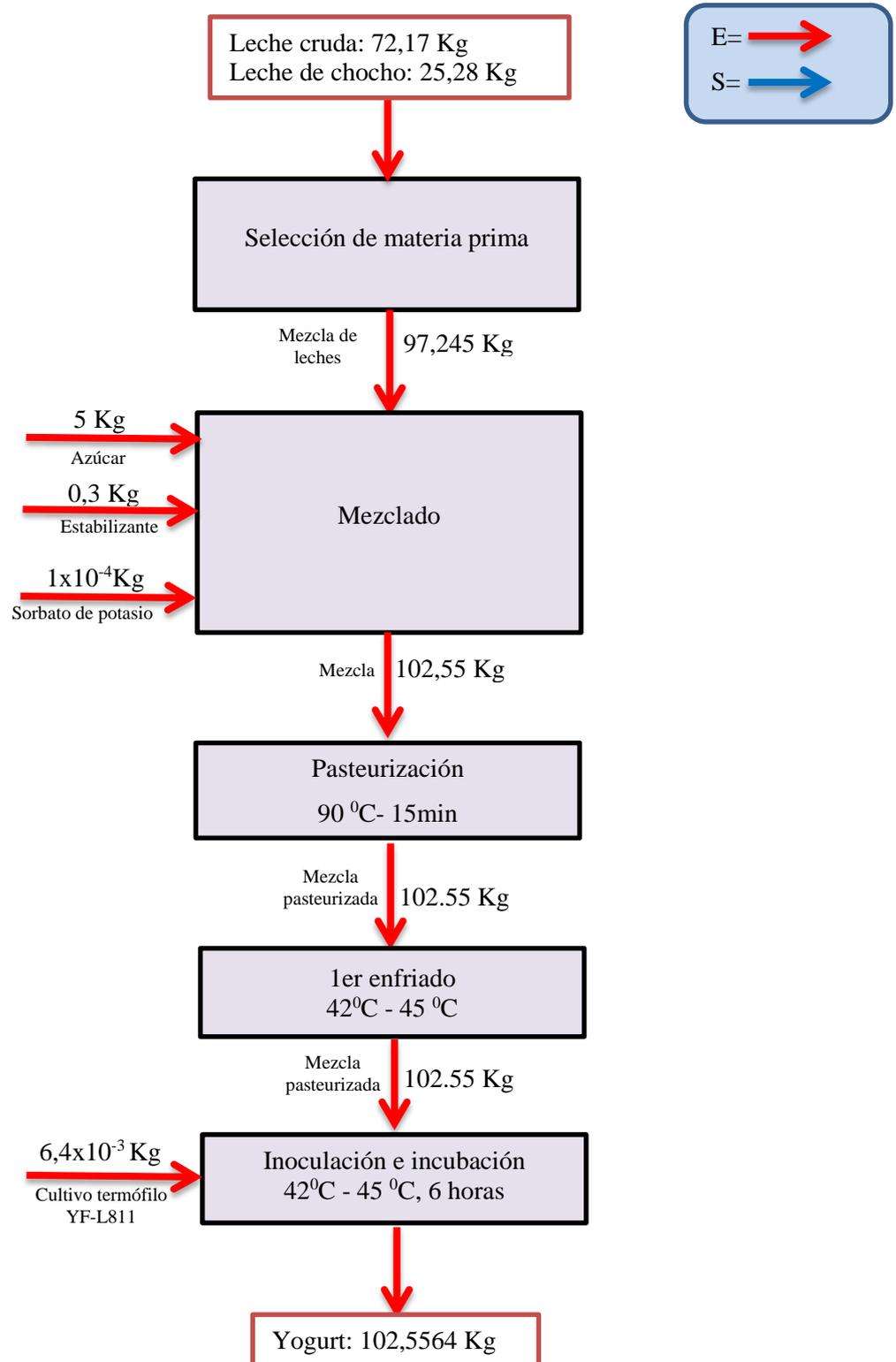
$$Q_{pared} = \frac{(45 - 18)^\circ C}{0,03 - 6,9 + 0,229}$$

$$Q_{pared} = -179,3 W$$

3.2.4.4 Balance de masa general para la obtención de leche de chocho



3.2.4.5 Balance de masa general para la obtención de yogurt de chocho



3.2.5 Dimensionamiento de equipos

3.2.5.1 Diseño de la mesa de selección y lavado

- **Volumen de la mesa de selección y lavado**

El diseño de la mesa de selección y lavado son fundamentales para la realización de la leche de chocho desamargado, además se debe tener en cuenta la correcta ergonomía de la persona que realice dicha actividad.

Teniendo en cuenta la capacidad de materia prima que debe ingresar, se calcula su volumen mediante la siguiente ecuación:

$$\delta_{\text{chocho}} = \frac{m}{V} \quad \text{Ec. 18-3}$$
$$V = \frac{m}{\delta_{\text{chocho}}}$$

Datos:

V: Volumen de chocho desamargado

M: Masa del chocho desamargado: 12Kg

δ_{chocho} : Densidad del chocho desamargado: 1320 Kg/m³

$$V = \frac{12 \text{ Kg}}{1320 \frac{\text{Kg}}{m^3}}$$
$$V = 0,0091m^3$$

- **Volumen total de la mesa de selección y lavado**

Para evitar que se derrame el chocho desamargado y el agua se considera un 15 % como factor de seguridad.

$$V_t = V + V(Fs) \quad \text{Ec. 19-3}$$

Datos:

V_t : Volumen total

V: Volumen del chocho desamargado: 0,0091 m³

Fs: Factor de seguridad: 0,15

$$V_t = 0,0091 m^3 + 0,0091 m^3(0,15)$$

$$V_t = 0,0105 m^3$$

- **Cálculo del volumen de la mesa de selección y pelado**

$$V_{ms} = L_{ms} \times a_{ms} \times h_{ms}$$

Ec. 20-3

Datos:

V_{ms} : Volumen mesa de selección y lavado

L_{ms} = Longitud de mesa (0.33 m)

a_{ms} = Ancho de mesa (0.33 m)

h = altura de cajas de selección (0.10 m)

La longitud, ancho y altura de la caja de la mesa de selección y lavado son asumidos de acuerdo a la disponibilidad del espacio y cantidad de chocho a procesar.

Se debe tener en cuenta que la altura de la mesa desde el piso debe tener ergonomía apropiada para su uso, como el trabajo que se realizará es liviano se considera valores entre 0.85 y 1.10 m de alto como se observa en la fig. 2-3:

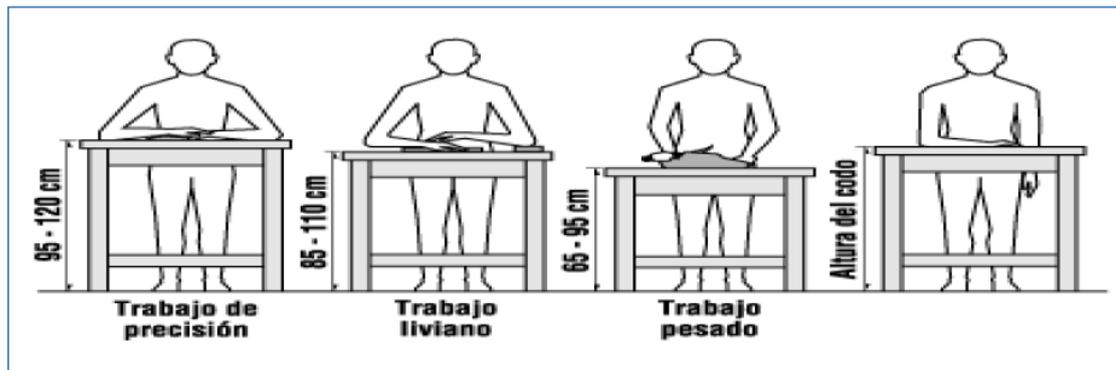


Figura 2-3: Altura estándar de mesa según la correcta ergonomía de acuerdo al trabajo

Fuente: Santacruz & Suarez, 2007.

3.2.5.2 Diseño licuadora industrial

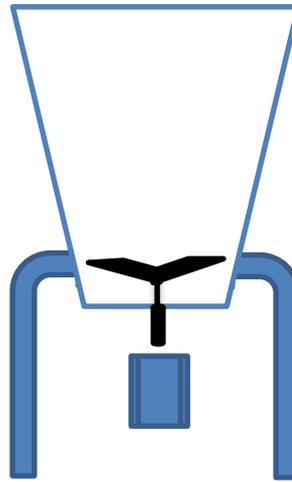


Figura 3-3: Licuadora industrial
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

- **Volumen de chocho desamargado a procesar**

$$V_{ch.d} = m_{ch.d}(\rho_{ch.d}) \quad \text{Ec. 21-3}$$

Datos:

$V_{ch.d}$: Volumen de chocho desamargado a procesar

$m_{ch.d}$: Masa del chocho desamargado a procesar: 12 Kg

$\rho_{ch.d}$: Densidad del chocho desamargado: $1320 \frac{Kg}{m^3}$

$$V_{ch.d} = 12 \text{ Kg} \left(\frac{1 m^3}{1320 \text{ Kg}} \right)$$

$$V_{ch.d} = 0.00909 m^3$$

- **Volumen de agua necesaria para licuar el chocho desamargado a procesar**

Mediante ensayos de laboratorio y bibliografía se tiene que la relación de agua y chocho desamargado es de 2:1, en la obtención de leche de chocho. Por lo tanto, se considera 24 Kg de agua necesaria.

$$V_{agua} = m_{agua}(\rho_{agua}) \quad \text{Ec. 22-3}$$

Datos:

V_{agua} : Volumen de agua

m_{agua} : Masa de agua a procesar: 24 Kg

ρ_{agua} : Densidad del agua a 18°C: 998,68 $\frac{Kg}{m^3}$

$$V_{agua} = 24 \text{ Kg} \left(\frac{1 \text{ m}^3}{998,68 \text{ Kg}} \right)$$

$$V_{agua} = 0.024 \text{ m}^3$$

• **Volumen total a procesar**

$$V_{t.p} = V_{ch.d} + V_{agua} \quad \text{Ec. 23-3}$$

Datos:

$V_{t.p}$: Volumen total a procesar

$V_{ch.d}$: Volumen de chocho desamargado a procesar: 0.00909 m^3

V_{agua} : Volumen de agua: 0.024 m^3

$$V_{t.p} = 0.00909 \text{ m}^3 + 0.024 \text{ m}^3$$

$$V_{t.p} = 0.033 \text{ m}^3$$

• **Volumen de diseño con factor de seguridad**

$$V_D = V_{t.p} + V_{t.p}(Fs) \quad \text{Ec. 24-3}$$

Datos:

V_D : Volumen de diseño

$V_{t.p}$: Volumen total a procesar: 0.033 m^3

Fs: Factor de seguridad: 10%

$$V_D = 0.033 \text{ m}^3 + 0.033 \text{ m}^3(0.10)$$

$$V_D = 0.036 \text{ m}^3$$

✚ Área del tanque contenedor

• **Radio inferior del tanque para el diseño**

$$r = \frac{\phi_i}{2} \quad \text{Ec. 25-3}$$

Dónde:

r: Radio parte inferior tanque contenedor (m)

\emptyset : Diámetro interno del tanque contenedor; 0,2 m (*valor asumido para la parte inferior del tanque contenedor*)

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

$$r = 0,1 \text{ m}$$

- Radio superior del tanque para el diseño

$$R = \frac{\emptyset_i}{2} \quad \text{Ec. 26-3}$$

Dónde:

R: Radio parte inferior tanque contenedor (m)

\emptyset : Diámetro interno tanque contenedor; 0,4 m (*valor asumido para la parte superior del tanque contenedor*)

$$R = \frac{0,4\text{m}}{2}$$

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

- Generatriz del tanque contenedor para el diseño

$$g = \sqrt{h^2 + (R - r)^2} \quad \text{Ec. 27-3}$$

Dónde:

g: Generatriz del tanque contenedor (m)

R: Radio parte superior del tanque contenedor; 0,2 m

r: Radio parte inferior tanque contenedor; 0,1 m

h: Altura tanque contenedor: 0.5 m (*valor asumido para el tanque contenedor*)

$$g = \sqrt{(0.5\text{m})^2 + (0.2\text{m} - 0.1\text{m})^2}$$

$$g = 0.51 \text{ m}$$

- Área tanque contenedor

$$A = \pi[g(R + r) + R^2 + r^2] \quad \text{Ec. 28-3}$$

Dónde:

A: Área tanque contenedor

g: Generatriz del tanque contenedor; 0,51 m

R: Radio parte superior tanque contenedor; 0,2 m

r: Radio parte inferior tanque contenedor; 0,1 m

$$A = \pi[0.51 \text{ m}(0,2 \text{ m} + 0,1 \text{ m}) + (0,2 \text{ m})^2 + (0,1 \text{ m})^2]$$

$$A = 0.64 \text{ m}^2$$

Volumen del tanque contenedor

$$V = \frac{1}{3}\pi h[R^2 + r^2 + (R)(r)] \quad \text{Ec. 29-3}$$

Dónde:

V: Volumen del tanque contenedor

R: Radio parte superior tanque contenedor; 0,2 m

r: Radio parte inferior tanque contenedor; 0,1 m

h: Altura tanque contenedor: 0,5 m (*valor asumido para el diseño*)

$$V = \frac{1}{3}\pi(0.5 \text{ m})[(0.2\text{m})^2 + (0.1\text{m})^2 + (0.2\text{m})(0.1\text{m})]$$

$$V = 0.036\text{m}^3$$

Velocidad angular

$$W = \text{rpm} * \frac{2 \pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \quad \text{Ec. 30-3}$$

Dónde:

W: Velocidad angular (rad/s)

rpm: Revoluciones por minuto: 3600 (*Valor considerado mediante simulación del proceso*)

$$W = 3600 \text{ rpm} * \frac{2 \pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$W = 376,99 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Longitud de cuchilla

$$L_c = \frac{5 r}{7} \quad \text{Ec. 31-3}$$

Dónde:

L_c : Longitud de cuchilla (m)

r: Radio inferior tanque contenedor: 0.1m

$$L_c = \frac{5 (0,1m)}{7}$$

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

Radio interno inferior del tanque contenedor

$$r_i = \frac{5 (r)}{3} \quad \text{Ec. 32-3}$$

Dónde:

r_i : Radio interno inferior real de diseño

r: Radio inferior tanque contenedor: 0.1m

$$r_i = \frac{5 (0,1)}{3}$$

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

Radio del rodete de cuchillas

$$a = \frac{2 * L_c}{5} \quad \text{Ec. 33-3}$$

Dónde:

a : Radio del rodete de cuchillas (m)

L_c : Longitud de cuchilla; 0.07m

$$a = \frac{2(0,07m)}{5}$$

$$a = 0,028 \text{ m}$$

Diseño de las cuchillas

- Energía de ruptura

$$E_{\text{ruptura}} = m_{\text{orito}} * g * h \quad \text{Ec. 34-3}$$

Dónde:

E_{ruptura} : Energía de ruptura (J)

m_{chocho} : Masa de chocho desamargado a procesar; 12 Kg

h: Altura tanque contenedor: 0.5 m

g: Gravedad; $9.8 \frac{m}{s^2}$

$$E_{ruptura} = 12 \text{ Kg} \left(9.8 \frac{m}{s^2} \right) (0.5 \text{ m})$$

$$E_{ruptura} = 58.8 \text{ J}$$

- Energía cinética de cuchilla

$$E_{cinetica} = \frac{1}{2} * m_{chocho} * v^2 \quad \text{Ec. 35-3}$$

$$E_{cinetica} = E_{ruptura}$$

$$\frac{1}{2} * m_{chocho} * v^2 = E_{ruptura}$$

$$v = \sqrt{\frac{E_{ruptura}}{\frac{1}{2} * m_{chocho}}} \quad \text{Ec. 36-3}$$

Dónde:

v : Velocidad de la cuchilla (m/s)

$E_{ruptura}$: Energía ruptura de la cuchilla (J)

m_{chocho} : Masa de chocho a procesar; 12 Kg

$$v = \sqrt{\frac{2 (58.8) \text{ Kg} \frac{m^2}{s^2}}{12 \text{ Kg}}}$$

$$v = 3.13 \frac{m}{s}$$

- Aceleración angular

$$a = \frac{W^2}{2 * 2\pi} \quad \text{Ec. 37-3}$$

Dónde:

α : Aceleración angular $\frac{rad}{s^2}$

W: Velocidad angular; $376,99 \frac{rad}{s}$

$$\alpha = \frac{\left(376,99 \frac{rad}{s}\right)^2}{(2)2\pi rad}$$

$$\alpha = 11309,6 \frac{rad}{s^2}$$

- Masa de cuchillo móvil

$$m_c = \frac{F_c * 3}{\alpha * L} \quad \text{Ec. 38-3}$$

Dónde:

m_c : Masa de cuchilla móvil

F_c : Fuerza de corte; 12.42N

α : Aceleración angular; $11309,6 \frac{rad}{s^2}$

l : Longitud de cuchilla; 0.07 m

$$m_c = \frac{(12.42 N)(3)}{11309.6 \frac{rad}{s^2} (0,07 m)}$$

$$m_c = 0,047 \text{ Kg}$$

- Volumen de un cuerpo rectangular

$$V = L * a_c * e \quad \text{Ec. 39-3}$$

$$V = \frac{m_c}{\rho_{acero}}$$

$$\frac{m_c}{\rho_{acero}} = l * a_c * e$$

$$a_c: \frac{m_c}{\rho_{acero} * l * e} \quad \text{Ec. 40-3}$$

Dónde:

a_c : Ancho cuchillo (cm)

m_c : Masa cuchilla; 0,047 Kg ; 47 g

ρ_{acero} : Densidad acero; $7,85 \frac{g}{cm^3}$

l : Longitud de cuchilla; 0.07 m; 7cm

e : Espesor de la cuchilla; 5 mm; 0,5 cm

$$a_c = \frac{47 \text{ g}}{7,85 \frac{g}{cm^3} * 7 \text{ cm} * 0,5 \text{ cm}}$$

$$a_c = 1,7 \text{ cm}$$

- Fuerza centrífuga de cuchilla

$$F_c = m * W^2 * r_i \quad \text{Ec. 41-3}$$

Dónde:

F_c : Fuerza centrífuga (N)

m_c : Masa cuchilla; 0,047 Kg- 47 g

W : Velocidad angular; $376,99 \frac{rad}{s}$

r_i : Radio interno inferior real de diseño. 0,16m

$$F_c = 0,047 \text{ Kg} * \left(376,99 \frac{rad}{s}\right)^2 * 0,16 \text{ m}$$

$$F_c = 1068,75 \text{ N} * rad^2 \frac{1 \text{ rev}^2}{(2 \pi \text{ rad})^2} = 27,07 \text{ N}$$

- Área cuchilla

$$A = e * l \quad \text{Ec. 42-3}$$

Dónde:

A : Área cuchilla (m^2)

l : Longitud de cuchilla; 0.07 m

e : Espesor de la cuchilla; 5 mm; 0.005m

$$A = 0,005 \text{ m} * 0,07 \text{ m}$$

$$A = 3.5 \times 10^{-3} m^2$$

- Fuerza cortante

$$\tau = \frac{F_c}{A} \quad \text{Ec. 43-3}$$

Dónde:

τ : Fuerza cortante (Pa)

A: Área cuchilla; $3.5 \times 10^{-3} m^2$

F_c : Fuerza centrífuga; 27,07 N

$$\tau = \frac{27,07 \text{ N}}{3.5 \times 10^{-3} m^2}$$

$$\tau = 7734.29 \text{ Pa}$$

- Torque

$$T = F_c * l \quad \text{Ec. 44-3}$$

Dónde:

T: Torque

F_c : Fuerza centrífuga; 27,07 N

l: Longitud de cuchilla; 0.07 m

$$T = 27,07 \text{ N} * 0,07 \text{ m}$$

$$T = 1,89 \text{ Nm}$$

- Cálculo de la potencia del motor

$$P = \frac{T * W}{9550} \quad \text{Ec. 45-3}$$

Dónde:

P: Potencia (Kw)

W: Velocidad angular; 3600 rpm

T: Torque; 1,89 Nm

$$P = \frac{1,89 \text{ Nm} * 3600 \text{ rpm}}{9550}$$

$$P = 0.71 \text{ Kw} \frac{1 \text{ hp}}{1,34 \text{ Kw}} = 0,52 \text{ hp} \cong 0,5 \text{ hp}$$

3.2.5.3 Diseño del equipo de filtrado

Se va a realizar un filtrado en dos etapas, al ser una planta netamente experimental el volumen total se la va a dividir para dos para realizar el filtrado.

- Volumen de diseño

$$V_D = \frac{V_{t.p}}{2} \quad \text{Ec. 46-3}$$

Datos:

V_D : Volumen de diseño

$V_{t.p}$: Volumen total a procesar: 0,033 m³

$$V_D = \frac{0,033 \text{ m}^3}{2}$$
$$V_D = 0,0165 \text{ m}^3$$

- Volumen del cilindro contenedor de líquido

$$V_L = \pi * r_L^2 * h_L \quad \text{Ec. 47-3}$$

V_L : Volumen del cilindro contenedor de líquido

r_L : Radio del cilindro contenedor de líquido: 0,16m

h_L : Altura del cilindro contenedor de líquido: 0,21m

$$V_L = \pi * (0,16\text{m})^2 * 0,21\text{m}$$
$$V_L = 0,018 \text{ m}^3$$

- Volumen del cilindro contenedor de torta

$$V_T = \pi * r_T^2 * h_T \quad \text{Ec. 48-3}$$

V_T : Volumen del cilindro contenedor de torta

r_T : Radio del cilindro contenedor de torta: 0,17m

h : Altura del cilindro contenedor de torta: 0,06m

$$V_T = \pi * (0,17\text{m})^2 * 0,06\text{m}$$
$$V_T = 0,0054 \text{ m}^3$$

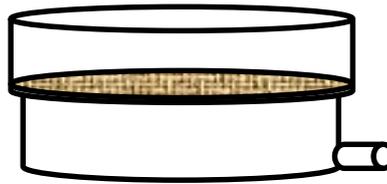


Figura 4-3: Tanque de filtración
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

3.2.5.4 Diseño del tanque de recepción de leche de vaca

Se da una producción de 100 litros de yogurt de chocho, donde se empleará un 70 % de leche de vaca en la formulación.

- Volumen tanque receptor leche

$$V = V_{Leche} + V_s \quad \text{Ec. 49-3}$$

Datos:

V: Volumen tanque receptor de leche

V_{Leche} : Volumen de leche de vaca: 70 Litros

V_s : Volumen de seguridad: 10 %

$$V = 70 \text{ litros} + 70 \text{ litros}(0.10)$$

$$V = 77 \text{ litros}$$

$$V = 77 \text{ litros} \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ litros}} \right) = 0,077 \text{ m}^3$$

- Dimensiones del tanque receptor de leche

Como relación de diseño para un tanque receptor para líquidos se tiene la siguiente ecuación con una altura (H) para el cilindro de 0,57 m:

$$D = \frac{2}{3}H \quad \text{Ec. 50-3}$$

Datos:

D: Diámetro del cilindro

H: Altura del cilindro: 0,57 m

$$D = \frac{2}{3}(0,57 \text{ m})$$

$$D = 0,38 \text{ m}$$

Además, se asume en el diseño un fondo cónico con la siguiente relación:

$$h = \frac{1}{6} H$$

Datos:

h: Altura (m)

H: Altura del cilindro: 0,57 m

$$h = \frac{1}{6} (0,57 \text{ m})$$

$$h = 0,10 \text{ m}$$

Volumen del cilindro

$$V_c = \pi * \frac{D^2}{4} * H \quad \text{Ec. 52-3}$$

Datos:

V_c : Volumen del cilindro

D: Diámetro del cilindro: 0,4 m

H: Altura del cilindro: 0,57 m

$$V_c = \pi * \frac{(0,38 \text{ m})^2}{4} * 0,57 \text{ m}$$

$$V_c = 0,06 \text{ m}^3$$

Volumen de tronco de cono

$$V_{t.cono} = \pi * \frac{h}{3} * \left(\frac{D^2}{4} + \frac{D}{2} * \frac{d}{2} + \frac{d^2}{4} \right) \quad \text{Ec. 53-3}$$

Datos:

$V_{t.cono}$: Volumen de tronco de cono

h: Altura: 0,10 m

D: Diámetro del cilindro: 0,4 m

d: Diámetro menor del cono: 0,04 m

$$V_{t.cono} = \pi * \frac{0,10 \text{ m}}{3} * \left(\frac{(0,4\text{m})^2}{4} + \frac{0,4\text{m}}{2} + \frac{0,04\text{m}}{2} + \frac{(0,04\text{m})^2}{4} \right)$$

$$V_{t.cono} = 0,015 \text{ m}^3$$

Volumen total del tanque receptor

$$V_t = V_c + V_{t.cono} \quad \text{Ec. 54-3}$$

Datos:

V_t : Volumen total

V_c : Volumen del cilindro: $0,0754 \text{ m}^3$

$V_{t.cono}$: Volumen de tronco de cono: $0,0042 \text{ m}^3$

$$V_t = 0,06 \text{ m}^3 + 0,015 \text{ m}^3$$

$$V_t = 0,078 \text{ m}^3$$

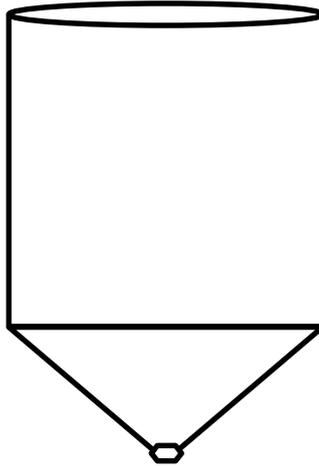


Figura 5-3: Tanque receptor

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

3.2.5.5 Diseño del tanque de recepción de la leche de chocho

Se da una producción de 100 litros de yogurt de chocho, por lo cual se empleará un 25 % de leche de vaca en la formulación.

- Volumen tanque receptor leche

$$V = V_{chocho} + V_s$$

Ec. 55-3

Datos:

V : Volumen tanque receptor de leche

V_{chocho} : Volumen de leche de chocho 70 Litros

V_s : Volumen de seguridad: 15 %

$$V = 25 \text{ litros} + 25 \text{ litros}(0.10)$$

$$V = 27,5 \text{ litros}$$

$$V = 27,5 \text{ litros} \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ litros}} \right) = 0,0275 \text{ m}^3$$

- Dimensiones del tanque receptor de leche de chocho

Como relación de diseño para un tanque de receptor para líquidos se tiene la siguiente ecuación con una altura (H) para el cilindro de 0,4 m:

$$D = \frac{2}{3}H \quad \text{Ec. 56-3}$$

Datos:

D: Diámetro del cilindro

H: Altura del cilindro: 0,4 m

$$D = \frac{2}{3}(0,4 \text{ m})$$

$$D = 0,27 \text{ m}$$

Además, se asume en el diseño un fondo cónico con la siguiente relación:

$$h = \frac{1}{6}H \quad \text{Ec. 57-3}$$

Datos:

h: Altura (m)

H: Altura del cilindro: 0,4 m

$$h = \frac{1}{6}(0,4 \text{ m})$$

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

Volumen del cilindro

$$V_c = \pi * \frac{D^2}{4} * H \quad \text{Ec. 58-3}$$

Datos:

V_c : Volumen del cilindro

D: Diámetro del cilindro: 0,27 m

H: Altura del cilindro: 0,4 m

$$V_c = \pi * \frac{(0,27 \text{ m})^2}{4} * 0,40 \text{ m}$$

$$V_c = 0,02 \text{ m}^3$$

Volumen de tronco de cono

$$V_{t.cono} = \pi * \frac{h}{3} * \left(\frac{D^2}{4} + \frac{D}{2} * \frac{d}{2} + \frac{d^2}{4} \right)$$

Datos:

$V_{t.cono}$: Volumen de tronco de cono

h: Altura: 0,07 m

D: Diámetro del cilindro: 0,27 m

d: Diámetro menor del cono: 0,04 m

$$V_{t.cono} = \pi * \frac{0,07 \text{ m}}{3} * \left(\frac{(0,27\text{m})^2}{4} + \frac{0,27\text{m}}{2} + \frac{0,04\text{m}}{2} + \frac{(0,04\text{m})^2}{4} \right)$$

$$V_{t.cono} = 0,005 \text{ m}^3$$

Volumen total del tanque receptor

$$V_t = V_c + V_{t.cono} \quad \text{Ec. 59-3}$$

Datos:

V_t : Volumen total

V_c : Volumen del cilindro: $0,02 \text{ m}^3$

$V_{t.cono}$: Volumen de tronco de cono: $0,005 \text{ m}^3$

$$V_t = 0,02 \text{ m}^3 + 0,0052\text{m}^3$$

$$V_t = 0,0275 \text{ m}^3$$

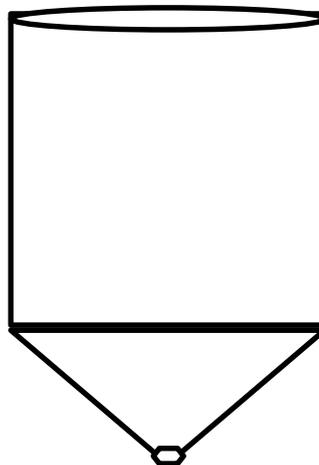


Figura 6-3: Tanque receptor

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

3.2.5.6 Diseño de la marmita/yogurtera

- Volumen de la marmita

$$V_t = V + V(Fs) \quad \text{Ec. 60-3}$$

Datos:

V_t : Volumen total

V : Volumen a producir de yogurt: 110 litros

F_s : Factor de seguridad: 15 %

$$V_t = 110 \text{ litros} + 110 \text{ litros}(0,15)$$

$$V_t = 126,5 \text{ litros}$$

$$V_t = 126,5 \text{ litros} \left(\frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ litros}} \right) = 0,127 \text{ m}^3$$

- Diámetro de la marmita

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

Ec. 61-3

Datos:

ϕ : Diámetro de la marmita

V_t : Volumen total: $0,127 \text{ m}^3$

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

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

$$\phi = 0,45 \text{ m}$$

- Radio de la marmita

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

r : Radio de la marmita

ϕ : Diámetro de la marmita: 0,45 m

$$r = \frac{0,45 \text{ m}}{2}$$

$$r = 0,225 \text{ m}$$

- Altura de la marmita

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

Ec. 62-3

Donde:

h : Altura de la marmita

V_t : Volumen total: $0,127 \text{ m}^3$

r : Radio de la marmita: 0,225 m

$$h = \frac{0,127 \text{ m}^3}{\pi(0,225 \text{ m})^2}$$

$$h = 0,80 \text{ m}$$

- Diámetro de la chaqueta

$$\phi_{ch} = \frac{1}{10} (\phi) \quad \text{Ec. 63-3}$$

ϕ_{ch} : Diámetro de la chaqueta

ϕ : Diámetro de la marmita: 0,45 m

$$\phi_{ch} = \frac{1}{10} (0,45 \text{ m})$$

$$\phi_{ch} = 0,045 \text{ m}$$

- Sistema de agitación

Tabla 30-3: Sistema de agitación

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

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

- Longitud del brazo

$$L_b = 80\%(\phi) \quad \text{Ec. 64-3}$$

Datos:

L_b : Longitud del brazo

ϕ : Diámetro de la marmita: 0,45 m

$$L_b = 0,80(0,45\text{m})$$

$$L_b = 0,36\text{m}$$

- Espesor del rodete

$$\varepsilon_r = \frac{1}{10}(L_b) \quad \text{Ec. 65-3}$$

ε_r : Espesor del rodete

L_b : Longitud del brazo: 0,36 m

$$\varepsilon_r = \frac{1}{10}(0,36 \text{ m})$$

$$\varepsilon_r = 0,036 \text{ m}$$

- Diámetro del rodete

$$\phi_r = \frac{3}{4}(\phi) \quad \text{Ec. 66-3}$$

ϕ_r : Diámetro del rodete

ϕ : Diámetro de la marmita: 0,45 m

$$\phi_r = \frac{3}{4}(0,45 \text{ m})$$

$$\phi_r = 0,34 \text{ m}$$

- Diámetro interno de la marmita

$$\phi_i = \phi - \phi_{ch} \quad \text{Ec. 64-3}$$

ϕ_i : Diámetro interno de la marmita

ϕ : Diámetro de la marmita: 0,45 m

ϕ_{ch} : Diámetro de la chaqueta: 0,045 m

$$\phi_i = 0,45 \text{ m} - 0,045 \text{ m}$$

$$\phi_i = 0,405 \text{ m}$$

- Distancia entre el fondo de la marmita y el rodete

$$h_r = \frac{1}{3}(\phi_i) \quad \text{Ec. 65-3}$$

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

ϕ_i : Diámetro interno de la marmita: 0,405 m

$$h_r = \frac{1}{3}(0,405 \text{ m})$$

$$h_r = 0,125 \text{ m}$$

- Alto de la paleta

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

A_p : Alto de la paleta

ϕ_r : Diámetro del rodete: 0,34 m

$$A_p = \frac{1}{3}(0,34 \text{ m})$$

$$A_p = 0,09 \text{ m}$$

- Distancia entre rejillas de las paletas

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

Ec. 67-3

X_r : Distancia entre rejillas de las paletas

L_b : Longitud del brazo: 0,36 m

$$X_r = \frac{0,36 \text{ m}}{4}$$

$$X_r = 0,09 \text{ m}$$

- Calculo número de Reynolds

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

Ec. 68-3

Donde:

N_{Re} : Número de Reynolds

ϕ_r : Diámetro del rodete: 0,34 m

N : Velocidad de rotación: 33 rpm (*Valor considerado en pruebas de laboratorio*)

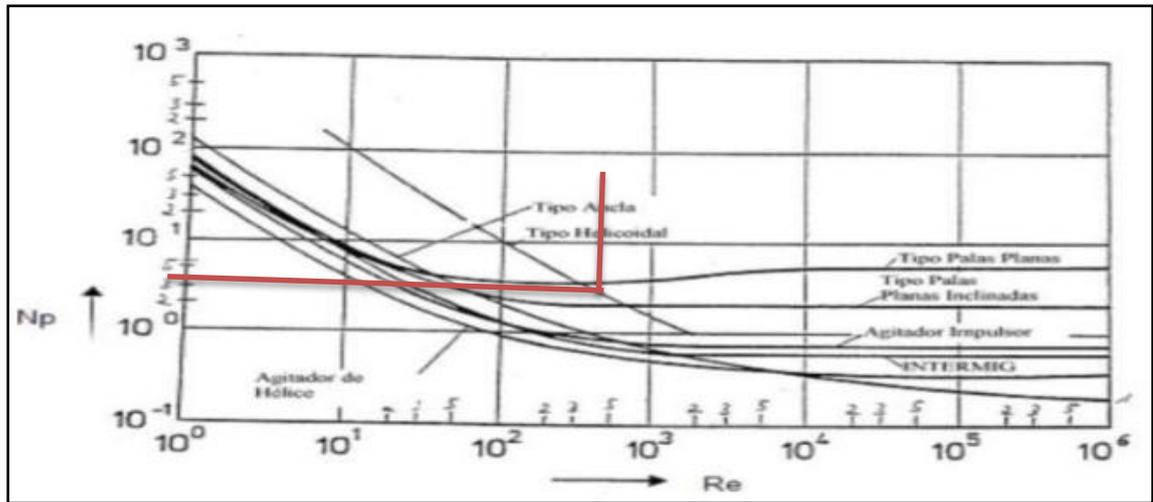
ρ : Densidad del fluido: 1049,29 Kg/m³ (*Valor considerado en pruebas de laboratorio*)

μ : Viscosidad del fluido: 0,6989 Kg/m.s (*Valor considerado en pruebas de laboratorio*)

$$N_{Re} = \frac{0,34^2 * 33 * 1049,29}{0,6989}$$

$$N_{Re} = 5727,33$$

- Potencia del agitador



Gráfica 6-3: Caracterización de la potencia frente al número de Reynolds

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

Se obtiene una potencia teórica de $N_{po} = 4$ para calcular la potencia real.

- Potencia real del agitador

$$P = \frac{N_{po}}{g_c} * \rho * N^3 * \phi_r^5 \quad \text{Ec. 69-3}$$

Datos:

P: Potencia del agitador

N_{po} : Número de potencia obtenida: 4

g_c : Factor gravitacional: 1 Kg/m.N.s²

ρ : Densidad del fluido: 1049,29 Kg/m³

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

ϕ_r : Diámetro del rodete: 0,34 m

$$P = \frac{4}{1} * 1049,29 * (0,55)^3 * (0,34)^5$$

$$P = 3,17 \text{ W}$$

Según bibliografía (Treybal, 1994) menciona que la potencia **P** sólo está dirigida para un impulsor, no la que otorga el motor, ocasionando pérdidas del 30 al 40 % de ahí que cada impulsor consumiría la siguiente potencia.

$$P_{motor} = \frac{P}{0.30} \quad \text{Ec. 70-3}$$

Dónde:

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

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

$$P_{motor} = \frac{3.17 \text{ Watts}}{0.30}$$

$$P_{motor} = 10.58 \text{ Watts}$$

Potencia total del motor

$$P_{motor \text{ total}} = P_{motor}(N. \text{imp}) \quad \text{Ec. 71-3}$$

Dónde:

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

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

$N. \text{imp}$: Número de impulsores; 4 adimensional

$$P_{motor \text{ total}} = (10.58 \text{ Watts})(4)$$

$$P_{motor \text{ total}} = 42,32 \text{ Watts}$$

$$P_{motor \text{ total}} = 42,32 \frac{\text{N. m}}{\text{s}} \left(\frac{0.2248 \text{ lb}_f}{1 \text{ N}} \right) \left(\frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} \right) \left(\frac{1 \text{ Hp}}{550 \frac{\text{lb}_f * \text{ft}}{\text{s}}} \right)$$

$$P_{motor \text{ total}} = 0.056 \text{ Hp}$$

Como en el mercado no existe la potencia de 0.056 Hp es necesario que se incluya uno existente de 0,25 Hp.

3.2.6 Resultados

3.2.6.1 Resultados del diseño de equipos

A continuación se detalla los valores que se obtuvieron en los dimensionamientos de los equipos que se va utilizar en el proceso de elaboración de yogurt de chocho, a partir de 30 litros de leche de chocho y 70L de leche de vaca:

Tabla 31-3: Resultados diseño mesa de selección y lavado

Mesa de selección y lavado			
Descripción	Abreviatura	Valor	Unidad
Volumen de la mesa	V	0,00105	m^3
Longitud de la mesa	L_{ms}	0.33	m
Ancho de la mesa	a_{ms}	0.33	m
Altura caja de selección	H	0.10	m
Altura patas de la mesa	-	1.10	m
Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304			

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Se muestra el resultado del diseño de la mesa de selección y lavado el cual será utilizado para la selección del grano de chocho para su posterior proceso que será la trituración.

Tabla 32-3: Resultados del diseño de la licuadora industrial

Licuadora industrial			
Descripción	Abreviatura	Valor	Unidad
Tanque contenedor			
Volumen	V_D	0,036	m^3
Radio parte inferior	r	0.1	m
Radio superior	R	0.2	m
Altura del tanque contenedor	h	0.5	m
Área tanque contenedor	A	0.64	m^2
Cuchillas			
Velocidad angular	W	376,99	$\frac{rad}{s}$
Longitud de cuchilla	L_c	0,07	m
Radio del rodete de cuchillas	a	0,028	m
Energía de ruptura	$E_{ruptura}$	58,8	J
Velocidad de la cuchilla	v	3.13	$\frac{m}{s}$
Aceleración angular	α	11309,6	$\frac{rad}{s^2}$
Masa cuchilla	m_c	0,047	Kg
Ancho del cuchillo	a_c	1,7	cm
Fuerza centrífuga de la cuchilla	F_c	27,07	N
Área cuchilla	A	3.5×10^{-3}	m^2
Longitud de cuchilla	l	0.07	m
Espesor de la cuchilla	E	0,005	m
Torque	T	1,89	Nm
Potencia del motor			
Potencia	P	0,5	hp
Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304			

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018

Los resultados del dimensionamiento de la licuadora industrial para la obtención de la leche de chocho se pueden apreciar en la tabla 32-3, en la que consta el volumen, potencia del motor, longitud y espesor de las cuchillas, que serán óptimas para su construcción.

Tabla 33-3: Resultados de diseño del tanque de filtrado

Tanque de filtrado			
Descripción	Abreviatura	Valor	Unidad
Volumen cilindro contenedor liquido	V_L	0,018	m^3
Radio del cilindro contenedor del liquido	r_L	0,16	m
Altura del cilindro contenedor de líquido	h_L	0,21	m
Volumen cilindro contenedor liquido	V_T	0,0054	m^3
Radio del cilindro contenedor del liquido	r_T	0,17	m
Altura del cilindro contenedor de líquido	h_T	0,06	m
Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304			

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018

Se puede apreciar los resultados del diseño del tanque de filtrado, que consta el volumen, el radio, la altura del cilindro contenedor del filtrado, para evitar cuantiosas pérdidas de la materia prima.

Tabla 34-3: Resultados de diseño del tanque receptor de leche de vaca

Tanque receptor leche de vaca			
Descripción	Abreviatura	Valor	Unidad
Altura del cilindro	H	0,57	m
Diámetro del cilindro	D	0,38	m
Volumen del cilindro	V_c	0,065	m^3
Altura del fondo cónico	H	0.10	m
Diámetro menor del tronco de cono	d	0,04	m
Volumen de tronco de cono	$V_{t.cono}$	0,0148	m^3
Volumen total tanque receptor	V_t	0,0794	m^3
Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304			

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Se puede apreciar los resultados del tanque receptor de la leche de vaca, que consta de un volumen de $0.0794m^3$, donde se va a receptor el 70% de la materia prima para la elaboración del yogurt.

Tabla 35-3: Resultados de diseño del tanque receptor de leche de chocho

Tanque receptor leche de chocho			
Descripción	Abreviatura	Valor	Unidad
Altura del cilindro	H	0,4	m
Diámetro del cilindro	D	0,27	m
Volumen del cilindro	V_c	0,022	m^3
Altura del fondo cónico	H	0.10	m
Diámetro menor del tronco de cono	d	0,07	m
Volumen de tronco de cono	$V_{t.cono}$	0,0052	m^3
Volumen total tanque receptor	V_t	0,0275	m^3
Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304			

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018

La tabla 35-3 muestra los resultados del tanque receptor de la leche de chocho, en la que se va a receptor el 25% restante de materia prima que va a ser utilizada para la elaboración del yogurt

Tabla 36-3: Resultados de diseño de la marmita/yogurtera

Marmita/yogurtera			
Descripción	Abreviatura	Valor	Unidad
Volumen de la marmita	V_t	0,127	m^3
Diámetro de la marmita	\emptyset	0,45	m
Radio de la marmita	r	0,225	m
Altura de la marmita	h	0,80	m
Diámetro de la chaqueta	\emptyset_{ch}	0,045	M
Sistema de agitación			
Longitud del brazo	L_b	0,36	m
Espesor del rodete	ε_r	0,036	M
Diámetro del rodete	\emptyset_r	0,34	M
Diámetro interno de la marmita	\emptyset_i	0,405	m
Distancia entre el fondo de la marmita y el rodete	h_r	0,125	m
Alto de la paleta	A_p	0,09	M
Distancia entre rejillas de las paletas	X_r	0,09	m
Potencia			
Número de Reynolds	N_{Re}	5727,33	Adimensional
Potencia del motor	$P_{motor\ total}$	0,25	Hp
Material de construcción: Acero inoxidable AISI 304			

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018

Por último, se muestra los resultados del diseño de la marmita/ yogurtera en el que consta un sistema de agitación apropiado para obtener una buena homogenización de los dos tipos de leche al momento de la pasteurización, como también la inoculación o incubación del producto final.

3.2.6.2 Validación del proceso y producto

Para validar el proceso y a su vez el producto final, se realizó un análisis físico-químico y microbiológico, en base a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 LECHES FERMENTADAS, estos resultados se muestran en las tabla 37-3 y tabla 38-3 :

- **Análisis físico-químico**

Tabla 37-3: Análisis físico-químico del yogurt como producto final

Parámetros	Resultado	Unidad	Limite permisible
Proteína	10,01	%	Mín 2,7-max ----
Ceniza	3,22	%	-----
Carbohidratos	10,67	%	-----
Solidos Totales	23,80	%	-----
Grasa	3,91	%	Mín 2,5-max ----

Fuente: Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos de Aguas y Alimentos
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

El análisis permite validar el proceso y a su vez el producto final a partir de la formulación planteada y aceptada mediante métodos estadísticos, todos los parámetros están dentro de los límites permisibles exigidos por la norma NTE INEN 2395:2011 LECHES FERMENTADAS. Además se cuenta con parámetros como ceniza, solidos totales que a pesar de no encontrarse en la norma, nos brinda una perspectiva de calidad, validando de esta forma el proceso de diseño.

- **Análisis microbiológico**

Tabla 38-3: Análisis microbiológico del yogurt de chocho como producto final

Parámetros	Resultado	Unidad	Limite permisible
Escherichia Coli	Ausencia	UFC/g	<1
Coliformes totales	Ausencia	UFC/g	10

Fuente: Laboratorio de Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos de Aguas y Alimentos
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Al ser un alimento direccionado al consumo del ser humano debe cumplir con estándares de calidad exigidos por la norma NTE INEN 2395:2011, en el análisis microbiológico realizado al producto final no presenta microorganismos que puedan causar algún problema de salud. Por consiguiente, el producto se considera en óptimas condiciones para su producción.

3.3 Proceso de Producción

El proceso de producción propuesto está orientado a cantidades que pueden ser manejadas por la Planta de Lácteos Tunshi, debido a que esta planta de lácteos hace algunos años atrás dejó de producir productos para la venta. En la actualidad genera productos para que sean consumidos en el comedor politécnico, tomando en cuenta que cada línea de producción que elabora se realiza una vez al mes.

La producción propuesta será de 100 litros de yogurt como producción máxima, la cual necesitará las siguientes cantidades de materia prima e insumos.

3.3.1 Materia prima para la obtención de leche de chocho

Tabla 39-3: Materia prima para la obtención de leche de chocho

MATERIA PRIMA	CANTIDAD	UNIDAD
Chocho desamargado	12	<i>Kg</i>
Agua purificada	24	L

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

En la tabla 39-3 se puede observar la cantidad de materias primas para la obtención del 30% de la leche de chocho, la misma que formara parte para la obtención de 100L de yogurt a base de chocho.

3.3.2 Materia prima para la obtención de yogurt de chocho

Tabla 40-3: Materia prima para la obtención de yogurt de chocho

MATERIA PRIMA	CANTIDAD	UNIDAD
Leche de chocho	25	L
Leche cruda de vaca	70	L
Azúcar	5	<i>Kg</i>

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

En la tabla 40-3 se puede observar el volumen necesario de leche de vaca y de chocho respectivamente para la obtención de 100 L de yogurt a base chocho, así como la cantidad de azúcar necesaria para endulzar.

Tabla 41-3: Insumos para la producción de yogurt de chocho

INSUMOS	CANTIDAD	UNIDAD
Estabilizante (Gelatina sin sabor)	0,3	<i>Kg</i>
Sorbato de potasio	1×10^{-4}	<i>Kg</i>
Cultivo termófilo YF-L811	$6,4 \times 10^{-4}$	<i>Kg</i>

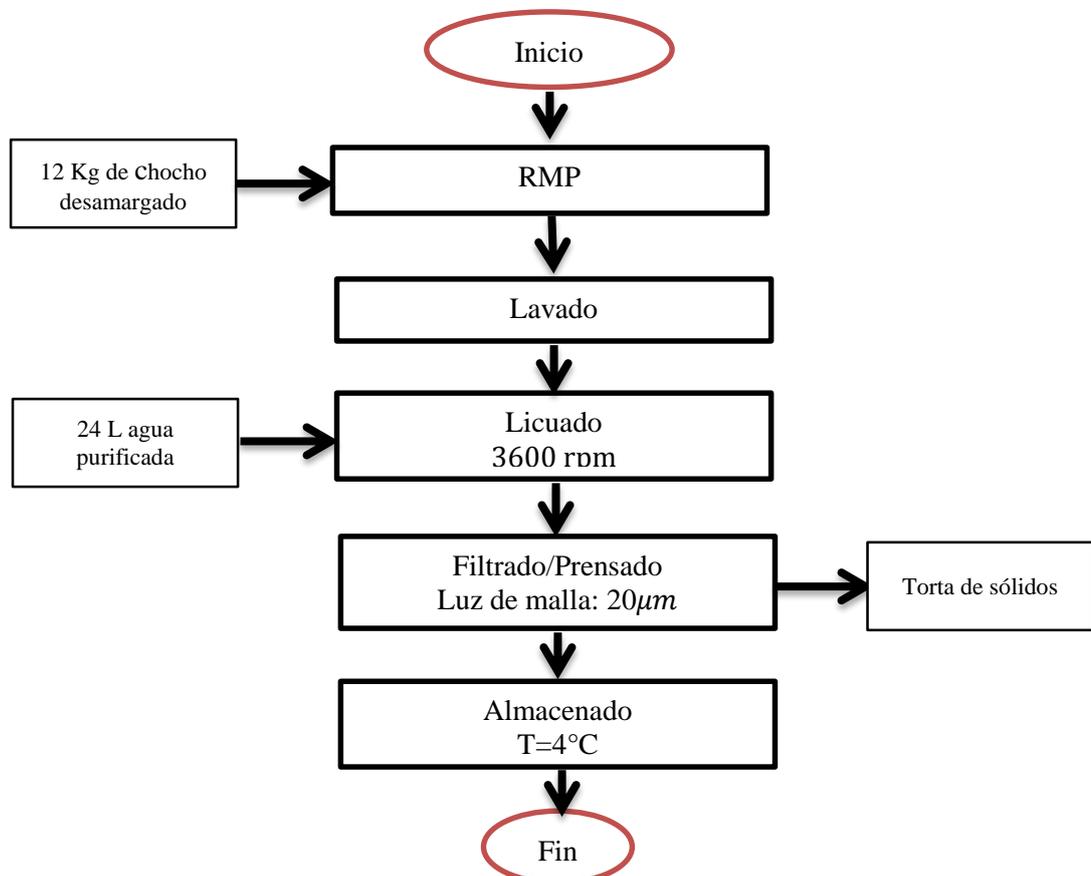
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

En la tabla 41-3 se puede observar, los insumos necesarios para la producción de yogurt a base de chocho, los mismos que formarán una parte fundamental en la obtención del producto, ya que, el estabilizante ayudará a que no se separe la fase líquida y sólida, el sorbato de potasio para su conservación, y el principal insumo el cultivo termófilo YF-L811 que otorgará todas las propiedades organolépticas al yogurt.

3.3.3 Diagrama de proceso

Los diagramas para elaboración de leche de chocho y yogurt de chocho se presentan a continuación respectivamente:

3.3.3.1 Diagrama de obtención de leche de chocho



Descripción del proceso elaboración de la leche de chocho a nivel experimental

- **Recepción de la materia prima**

A los 12 kg de chocho desamargado se le realizará un análisis organoléptico con el fin de obtener una leche de chocho de calidad para su posterior uso.

- **Lavado**

Se realiza un lavado al grano de chocho, para eliminar posibles sólidos presentes.

- **Licuado**

Se lleva a cabo el proceso de reducción de tamaño del grano del chocho con 24 Kg de agua, para llegar a obtener una pasta líquida.

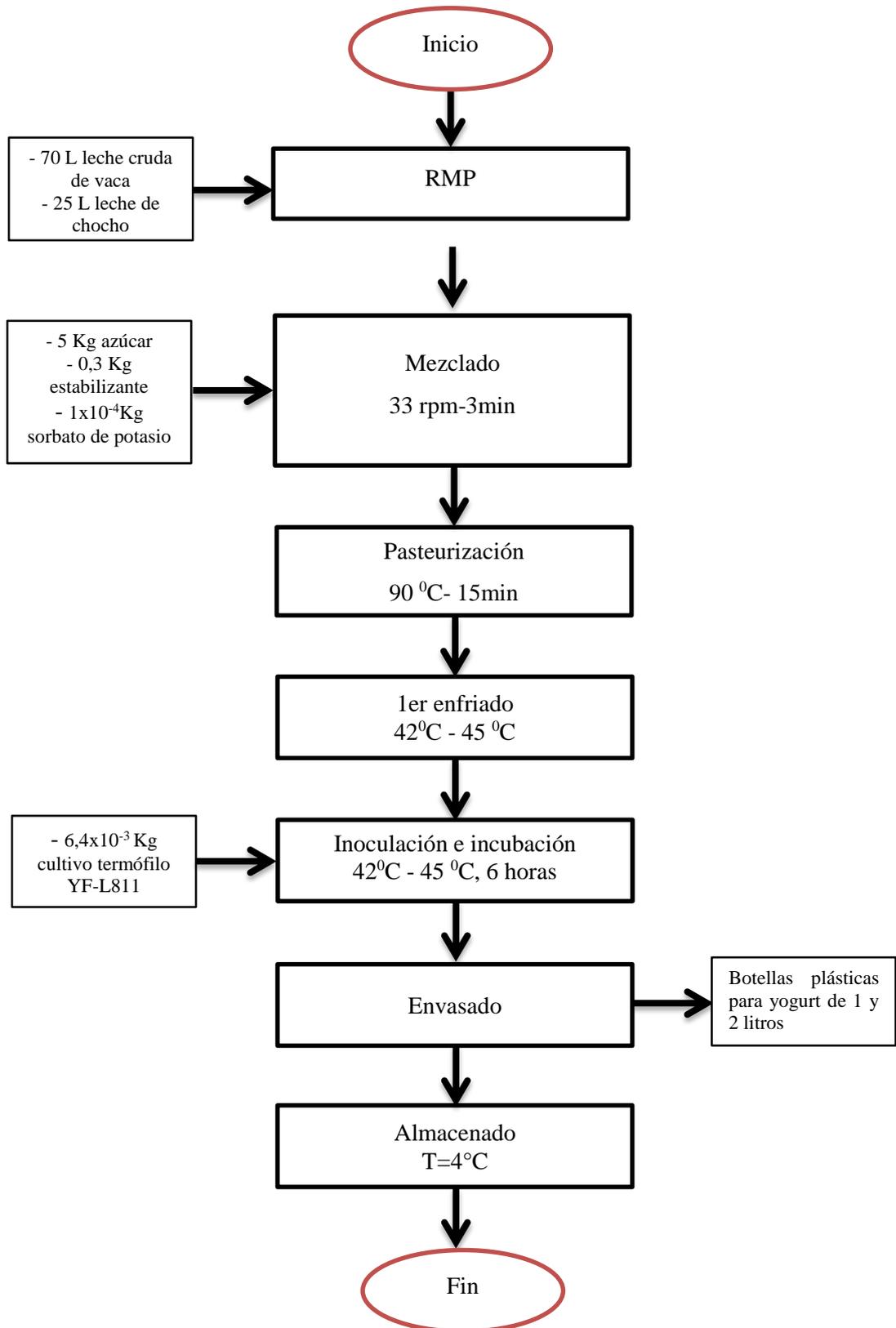
- **Filtrado/prensado:**

Se realiza una separación de sólidos de la parte líquida de la pasta, lo que permitirá la obtención de leche de chocho que posteriormente formará parte de la materia prima para la obtención del yogurt a base de chocho.

- **Almacenamiento:**

Se lleva al cuarto frío con una temperatura de 4°C debidamente sellado y etiquetado

3.3.3.2 Diagrama de obtención de yogurt de chocho



Descripción del proceso elaboración de yogurt de chocho a nivel experimental

- **Recepción de la materia prima**

Los 70 litros de leche de vaca son receptados en la misma planta, mientras que los 25 litros de leche de chocho son obtenidos mediante la trituration de dicha leguminosa, esto siempre y cuando sean sometidas a una caracterización físico-química y microbiológica para garantizar que éstas son aptas como materia prima.

- **Mezclado**

Se realiza el mezclado de la materia prima en la marmita (yogurtera) con una velocidad de 33 rpm en un tiempo de 3 minutos

- **Pasteurización:**

Se lleva a cabo el proceso de pasteurización la mezcla obtenida en un tiempo de 15 min a una temperatura de 90 °C.

- **Primer enfriamiento:**

La mezcla obtenida se procede a bajar la temperatura hasta llegar a una temperatura de 42 o 45°C

- **Inoculación o Incubación:**

Una vez que la leche se encuentre a una temperatura de 42 a 45 °C se adiciona cultivo termófilo, dejándole en reposo un tiempo de 6 horas a temperatura constante,

- **Envasado**

Se realiza el envasado en frascos de yogurt debidamente esterilizados de 1 L o 2 L.

- **Almacenamiento:**

Se lleva al cuarto frío con una temperatura de 4°C debidamente sellado y etiquetado

3.3.4 Capacidad de obtención del producto

En el siguiente diagrama se describe la capacidad de producción del yogurt de chocho a escala semi-industrial, considerando que se utilizará 70 L de leche de vaca y 25 L de leche de chocho como materia prima para la obtención de 100 L de yogurt, obteniendo 50 unidades envasados en recipientes plásticos de 2 L cada uno.

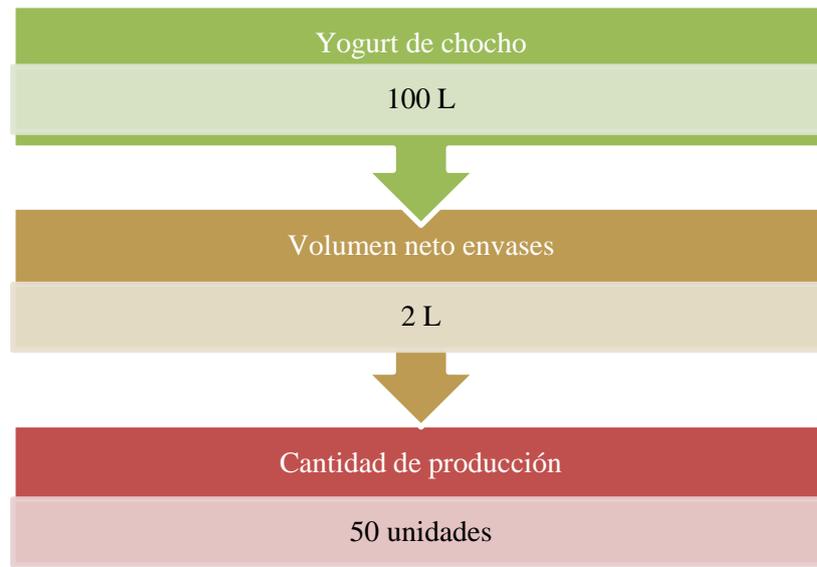


Figura 7-3: Capacidad de producción
Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

El tiempo estimado para la producción de un lote de yogurt es de 6 a 7 horas aproximadamente, para la producción de 100 L de yogurt de chocho, se necesita de 3 personas mínimas para controlar las operaciones que intervienen en el proceso. En el caso de una práctica de laboratorio se aumenta el número de personas y con ello disminuye el tiempo, los recursos humanos y los costos de producción.

3.4 Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria

3.4.1. Requerimientos de Equipos

El diseño para la obtención de yogurt de chocho debe ser conformado por los equipos que pueden apreciar en la Tabla 42-3., los mismos que serán necesarios tanto para la obtención de leche de chocho como del yogurt como producto final.

Tabla 42-3: Equipos requeridos en el proceso

Sistema/ Componentes	Tecnología/ Equipo /Maquinaria	Descripción
Obtención de leche de chocho		
Selección y lavado	Mesa	Soporte rectangular con paredes laterales, donde será colocado el chocho desamargado, para su selección, retiro de materias extrañas y lavado.
Licuadao	Licudadora industrial	Optimiza el trabajo de cantidades grandes de materia prima, contando con beneficios como mayor potencia, durabilidad y al contar con un motor industrial cuenta con mayor potencia.
Filtrado	Filtro	Separación de partículas sólidas contendidas en un líquido median el uso de un material poroso al cual se lo llama filtro o malla.
Obtención de yogurt de chocho		
Recepción	Tanque receptor	Contenedores donde son alojados las materias primas (leches) hasta el momento inicie el proceso de obtención del producto final.
Recepción	Tanque receptor	
Mezclado/ Pasteurización/ Inoculación/ Incubación	Marmita/ yogurtera	Recipiente comúnmente de forma cilíndrica, utilizada en las plantas lácteas para la obtención de diferentes productos derivados de la leche, aplicando tratamientos térmicos.
Embotellado	Envases plásticos	Permiten que el alimento no se encuentre en contacto directo con el aire, evitando el crecimiento microbiano
Almacenado	Cuarto frio	Conservación del producto a temperatura baja que va entre 0 a 5 °C, conservando su valor nutricional y sus propiedades físicas.

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Los equipos al ser directamente dirigidos para la obtención de alimentos deben ser construidos con un material resistente a la oxidación sobre todo en superficies que entren en contacto directo con el alimento, por lo tanto, su construcción se debe realizar en acero inoxidable AISI 304.

3.4.2. Requerimientos para la elaboración del producto

Tabla 43-3: Requerimientos para la elaboración del producto

NECESIDAD	MATERIAL
Leche de chocho	
Materia prima	Chocho desamargado
Yogurt de chocho	
Materia prima	Leche de vaca Leche de chocho Azúcar
Insumos	Estabilizante, Ac. Ascórbico Cultivo termófilo
Otros	Envases Etiquetas

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

3.5 Análisis de Costo/beneficio del proyecto

3.5.1. Presupuesto construcción equipos

A continuación, se presenta un análisis sobre el costo que representa llevar a cabo el presente proyecto, teniendo en cuenta los costos de construcción de equipos y mano de obra. Por otro lado, se tendrá el costo de elaboración del producto final.

Tabla 44-3: Costos para la implementación del proceso de yogurt de chocho

COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO DE YOGURT A BASE DE LECHE DE CHOCHO				
EQUIPO/ MATERIALES	Material de construcción	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
EQUIPOS Y MAQUINARIA				
Mesa de selección y lavado	Acero inoxidable AISI 304	1	60,00	60,00
Licuada industrial	Acero inoxidable AISI 304	1	440,00	440,00
Contenedor con filtro	Acero inoxidable AISI 304	1	80,00	80,00
Tanque contenedor de leche cruda de vaca	Acero inoxidable AISI 304	1	300,00	300,00
Tanque contenedor de leche de chocho	Acero inoxidable AISI 304	1	250,00	250,00
Marmita con agitador	Acero inoxidable AISI 304	1	1000,00	1000,00
Tubos de conexión entre equipos (1½pulg)	Acero inoxidable AISI 304	2	16,00	32,00
Llaves de globo (1½ pulg)	Acero inoxidable AISI 304	3	10,00	30,00
Estructura metálica para sostenibilidad de los equipos	Acero galvanizado	1	300,00	300,00
Varios	-	1	200,00	200,00
Subtotal				2692,00
IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO				
Mano de obra construcción equipos	-	1	900,00	900,00
Mano de obra en instalaciones	-	1	386,00	386,00
Subtotal				1286,00
TOTAL				3978,00

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018.

Los costes planteados para equipos en la Tabla 44-3 fueron obtenidos de fuentes como de páginas web: Mercado libre Ecuador, Olx, web en general, entre otras. Esto de equipos con similitud en tamaño y condiciones. Además, de proformas.

3.5.2 Presupuesto elaboración de yogurt de chocho a nivel de laboratorio

Los costes de materia prima e insumos que se requiere para la obtención del yogurt de chocho se especifican en la tabla 45-3, dichos valores están tomados como recursos económicos a nivel de laboratorio al ser una estación experimental.

Tabla 45-3: Costos de materia prima e insumos

LECHE DE CHOCHO DESAMARGADO				
MATERIA PRIMA	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Chocho desamargado	12	Kg	1,60	19,20
Botellón agua purificada (5L)	5	-	1,00	5,00
Subtotal				24,00
YOGURT DE CHOCHO				
MATERIA PRIMA	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Leche de chocho	25	L	0,00	\$0,00
Leche cruda de vaca	20	L	0,40	8,00
Azúcar	5	Kg	1,00	3,00
Subtotal				11,00
INSUMOS	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Cultivo termófilo YF-	1	.	5,00	5,00
Estabilizante (Gelatina sin sabor 150g)	1	.	3,20	3,20
Sorbato de potasio (Sobre 25g)	1	-	1,00	1,00
Subtotal				9,20
SUMINISTRO				
SUMINISTRO	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Envases plásticos (4 litros)	25	-	0,80	20,00
Subtotal				20,00
COSTOS ADICIONALES				
DETALLE	CANTIDAD	UNIDADES	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Diésel para la Caldera	20	L	0,27	5,40
Subtotal				5,50
TOTAL				64,20

Realizado por: Tatiana Pilataxi, 2018

El costo total para la elaboración del yogurt de chocho será 64,20 dólares para la obtención de 100 L del mismo, considerando la producción máxima a la que se puede realizar la experimentación. Los costos para materia prima, insumos y suministros son considerados en función del valor del mercado local.

3.5.2. Análisis costo-beneficio

El costo de implementación del proceso de obtención de yogurt de chocho tendrá un costo de 3978,00 dólares, a su vez se debe considerar que el proceso descrito en este trabajo de titulación al no contar con un destino de producción diaria o de producción para su venta, se ha visto conveniente realizar un análisis de costo orientado al valor de una práctica de laboratorio de manera experimental, esto con fines de aprendizaje para estudiantes propios de la ESPOCH, así como de diferentes lugares que llegan a ésta planta a realizar prácticas pre-profesionales.

Dicho esto, se tiene que para producir 100 litros de yogurt de chocho se necesita un valor aproximado de 64,20 dólares; considerando el máximo de producción que se puede obtener del proceso, valor que incluye la materia prima, insumos, suministros y valores adiciones. Que no es un valor alto debido a que, si se realiza una práctica de laboratorio con estudiantes, con un grupo mínimo de 20 personas, significando que cada estudiante debe aportar un valor de 3,21 dólares siendo este un aporte económico muy bajo, considerando que, al realizar el producto final, éste puede ser distribuido para cada una de las personas.

3.6 Cronograma de ejecución del proyecto.

ACTIVIDAD	TIEMPO																											
	1° mes				2° mes				3° mes				4° mes				5° mes				6° mes							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Elaboración anteproyecto	■																											
Presentación y aprobación anteproyecto		■																										
Diseño del proceso de obtención del yogurt			■	■	■	■																						
Simulación del proceso de obtención del yogurt						■	■	■	■																			
Realización de pruebas de funcionamiento											■																	
Análisis información											■																	
Validación del proceso													■	■	■													
Análisis físico-químicos y microbiológico del yogurt															■													
Elaboración de borrador de tesis																	■	■										
Corrección borrador de tesis																			■									
Tipiado del trabajo final																			■	■	■							
Empastado y presentación del trabajo final																							■					
Auditoría académica																										■		
Defensa del trabajo																												■

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir del análisis físico-químico y microbiológico de la leche de chocho, se obtuvo valores de proteína de 3,29% y 0,22% de grasa, que comparados con los estudios realizados por Baldeón Pericles con un porcentaje de 3,25% de proteína y 1,82% de grasa, menciona que la leche de chocho es rica en proteína como factor principal y de menor contenido graso, se determina que los resultados de proteína obtenidos en la investigación son similares, y para el porcentaje de grasa se obtiene un valor menor ya que el presente trabajo se realizó con chocho desamargado con cáscara lo que le aporta un valor superior de fibra y por tanto reduce el porcentaje de grasa.

En base a la norma NTE INEN 2395 describe que para considerarse una leche fermentada no debe sobrepasar el 30% de otras materias primas ajenas a la leche de vaca, se tuvo las siguientes formulaciones que constan de la siguiente composición en peso: la primera formulación (80% leche cruda de vaca, 15% leche de chocho y 5% azúcar), la segunda formulación (70% leche cruda de vaca, 25% leche de chocho y 5% azúcar) y la tercera formulación (60% leche cruda de vaca, 35% leche de chocho y 5% azúcar) y a través del análisis nutricional de cada formulación: Primera formulación de código 2017 contiene de 6,5% proteína y 1,02% fibra, la segunda formulación con código 2018 contiene 6,8% proteína y 1,18% fibra, y la tercera de código 2019 contiene 5,5% y 0,89% fibra, se determinó que la segunda formulación tiene mayor porcentaje de proteína considerándose la formulación de mayor valor nutricional.

Por otro lado se llevó a cabo un análisis sensorial por medio de encuestas de aceptabilidad, que proporciona una idea clara si el producto es aceptado o no, la encuesta se realizó a 100 personas que actúan como jueces no entrenados, para cuantificar los datos obtenidos se realizó un análisis estadístico de Chi- Cuadrado y se obtuvo una frecuencia del 71%, dato que permite la discriminación o selección de la formulación final, siendo la segunda fórmula la más aceptada, con una composición de : 70% leche cruda de vaca, 25% leche de chocho y 5% azúcar.

Una vez considerada la formulación más aceptada, se realiza la capacidad de producción semi-industrial del proceso, para fines educativos y de producción interna dentro de la ESPOCH, por lo que se consideró que el volumen de producción del yogurt de chocho será de 100 L, el proceso del yogurt partirá con 70 litros de leche cruda de vaca, 25 litros de leche de chocho y 5 Kg de azúcar, con la adición de los insumos en cantidades de: Estabilizante (0,3Kg) con la finalidad de evitar que se produzca la separación de fases ya que el chocho al contar con mayor cantidad de fibra tiende a sedimentarse, Sorbato de potasio (1×10^{-4} Kg) y para que se produzca la fermentación láctica Cultivo Termófilo YF-L811 ($6,4 \times 10^{-3}$ Kg).

Tomando en cuenta lo establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 LECHES FERMENTADAS.REQUISITOS, el producto final se encuentra dentro de los límites permisibles teniendo valores de: Proteína 10,01%; Ceniza 3,22%; Carbohidratos 10,67%; Sólidos Totales 23,80%; y los análisis microbiológicos teniendo ausencia de Escherichia Coli y Coliformes Totales, considerando que este producto puede competir con yogures existentes en el mercado, debido a que la mayoría de las marcas existentes de yogurt son a base de leche de vaca, según bibliografía los yogurts ya comercializados tiene valores de 2 a 7,5% de proteína según sea su composición, mientras que el tipo de yogurt de la investigación tiene como resultado un 10,01% de proteína debido a la combinación de la proteína de la leche de vaca y de la leche de chocho considerándolo un producto de calidad en nutrición .

A partir de la validación del producto se diseñan los diferentes equipos para el proceso de obtención del yogurt de chocho, que consta de: una mesa de sección y lavado, licuadora industrial, tanque de filtrado y marmita con agitación, esta última abarcará el homogenizado, pasteurizado, inoculación e incubación, de acuerdo con el dimensionamiento se cotizó el precio de los equipos mediante proformas y valores con equipos ya existentes con volúmenes similares, teniendo que el costo de los mismos sería de 3.978,00 dólares, los mismos que constarán con las especificaciones deseadas según el diseño planteado, por otro lado se obtuvo el costo por cada práctica de laboratorio con la capacidad máxima de producción del diseño de 100 litros de yogurt, siendo este de 64,29 dólares, un valor factible si se toma en cuenta como realización de una práctica de laboratorio.

CONCLUSIONES

- A partir del grano desamargado se obtiene leche de chocho, siendo necesario la adición de 1 L de agua por cada 2 Kg de chocho.
- Con la caracterización físico-química de la leche cruda de vaca y la leche de chocho se puede deducir que el contenido de grasa y proteína es mayor en la leche de chocho (0,22% y 3,29%) en comparación con la leche de vaca (0,69% y 1,6%) respectivamente, en el análisis microbiológico de las dos leches se tiene la ausencia de Escherichia Coli y Coliformes Totales.
- Se determinó la mejor formulación, mediante un análisis nutricional a las 3 formulaciones planteadas al inicio del estudio, considerando los porcentajes más altos en fibra y proteína además de un análisis sensorial aplicado a jueces no entrenados la formulación 2018 es la más acogida con un 71%.
- El análisis de las variables y parámetros como: pH (4.6), temperatura (42-45°C) y tiempo (6 horas) así como las operaciones de: mezclado, pasteurizado, enfriado, Inoculación/Incubación y envasado son importantes para la obtención del yogurt a partir de leche de chocho.
- El yogurt cumple con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2395:2011 LECHE FERMENTADAS. REQUISITOS. Obteniendo valores (10.01% de proteína y 3.91% de fibra, ausencia de Escherichia Coli y Coliformes Totales) considerándose como un producto de alto valor nutricional siendo este apto para el consumo humano.

RECOMENDACIONES

- Al ser un producto alimenticio de consumo humano, se debe emplear de buenas prácticas de manufactura, logrando que no se dé la contaminación del producto final.
- Realizar todos los análisis básicos para la leche cruda, que comprueben su calidad desde el ordeño hasta el momento de su uso.
- Limpiar continuamente los lienzos a utilizar para el filtrado de la leche cruda de vaca y la leche de chocho, evitando la contaminación de la misma.
- Controlar los parámetros necesarios como es la temperatura para obtener un producto de buena calidad.

BIBLIOGRAFÍA

Boero, M. “YOGURT A PARTIR DEL GRANO DESAMARGADO DE CHOCHO”. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química (Guayaquil-Ecuador). 2012.

Caicedo, C. *El chocho: Proteína vegetal y potencial económico*. Lima-Perú, 2000, pp. 9–11.

Garay, C. *El tarwi alternativa para la lucha contra la desnutrición infantil*. Ministerio de agricultura y riego. 2015.

Guambo, A; & Allauca G. *OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE YOGURT EN LA EMPRESA PROALIM* [en línea]. Infoplac.Net. 2010. [Consulta: 20 marzo 2018]. Disponible en: http://www.infoplac.net/files/descargas/schneider/infoplac_net_18t00436.pdf

La Hora. *Recuperación de semillas andinas - Noticias Agropecuarias del Ecuador y el Mundo* [en línea]. Quito- Ecuador: Primer periódico agrodigital del Ecuador. 2015 [Consulta: 4 octubre 2018]. Disponible en: <http://elproductor.com/noticias/ecuador-recuperacion-de-semillas-andinas/>

Moyano, A. Diseño de un proceso industrial para la elaboración de yogur en la microempresa Lácteos “Ilapeñito”. (Trabajo de titulación) (Ingeniería), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, (Riobamba-Ecuador). 2014.

NTE INEN 0009:2012. *Leche Cruda. Requisitos.*

NTE INEN 2390:2011. *Leguminosas. Grano desamargado de chocho.*

NTE INEN 2395:2011. *Leches Fermentadas. Requisitos*

Ormaza, M. Elaboración de pancakes de chocho como alternativa para el desayuno escolar. (Trabajo de titulación) (Licenciatura), Pontificia Católica del Ecuador, Facultad de Enfermería, Carrera de Nutrición Humana (Quito-Ecuador), 2010, pp 178–89.

Parra, A. “Yogur en la salud humana. (Spanish). Yogurt Hum Heal”. *Lasallista de investigación* [en línea]. 2012, (Colombia) 9(2), pp. 162–77. [Consulta: 4 octubre 2018]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=87002933&lang=es&site=ehost-live>

Peralta, E. *El chocho en Ecuador*. Quito-Ecuador: El Estado del Arte, 2016, pp. 1–12.

Pericles, B. Procesamiento del Chocho (*Lupinus Mutabilis Sweet*) para la obtención de leche y yogurt como alimentos alternativos de consumo humano (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, (Guayaquil-Ecuador). 2012.

Rodríguez, W. *TARWI CEVICHOS*. Santiago-Chile, 2016.

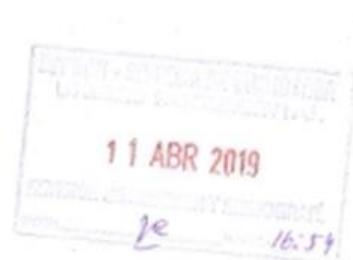
Segovia, G. Aplicación de la proteína hidrolizada de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en la elaboración de una bebida tipo yogurt y queso untable de leche de chocho (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos (Ambato-Ecuador); 2011.

Uquillas, V; & Barreto, B. Leche de chocho. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad San Francisco de Quito, Maestría de Administración de Empresas, (Quito-Ecuador). 2016.

Yaoalli, S. Evaluación Sensorial. Selección de Jueces. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Instituto Politécnico Nacional, Unidad profesional interdisciplinaria de Biotecnología (México); 2008.

Zumaeta, V. Influencia del cultivo láctico sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una bebida fermentada de tarwi (*Lupinus mutabilis*). (Trabajo de titulación) (Ingeniería), Universidad Privada Anterior Orrego, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería en industrias (Trujillo-Perú), 2016.

Villacrés, E. Usos alternativos del chocho. 2006, pp 1–19.



ANEXOS

ANEXO A. Análisis de la materia prima para la obtención de leche de chocho

A.1 Análisis físico y químico de la leche cruda de vaca

SAQMIC
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS CÓDIGO 160-18

CLIENTE: Srta. Tatiana Pilataxi
DIRECCIÓN: Ciudadela Luis A. Martínez TELÉFONO: 0967026103
TIPO DE MUESTRA: Leche Cruda
FECHA DE RECEPCIÓN: 14 de septiembre del 2018
FECHA DE MUESTREO: 14 de septiembre del 2018

EXAMEN FÍSICO
COLOR: Característico
OLOR: Característico
ASPECTO: Normal, libre de material extraño

PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Densidad	NTE INEN 11	1.031
Grasa %	NTE INEN 12	1.6
Acidez expresado como ácido láctico %	NTE INEN 13	0.16
Sólidos Totales %	NTE INEN 14	8.32
Ceniza %	NTE INEN 14	0.89
Sólidos no grasos %	-	8.75
Proteína %	NTE INEN 16	3.29
Carbohidratos %	-	2.75

OBSERVACIONES:

FECHA DE ANÁLISIS: 15 de septiembre del 2018
FECHA DE ENTREGA: 20 de septiembre del 2018
RESPONSABLE:


Dra. Gina Álvarez R.

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.
*Las muestras son receptadas en laboratorio.

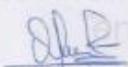
Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
Contactanos: 0998580374 - 032 942 322
Riobamba - Ecuador

A.2 Análisis microbiológico de la leche cruda de vaca

SAQMIC
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN MICROBIOLÓGICO

CÓDIGO: 260-18

CLIENTE: Srta. Tatiana Pilatxi			
DIRECCIÓN: Ciudadela Luis A. Martínez		TELÉFONO: 0967026103	
TIPO DE MUESTRA: Leche cruda			
FECHA DE RECEPCIÓN: 14 de septiembre del 2018			
FECHA DE MUESTREO: 14 de septiembre del 2018			
EXAMEN FÍSICO			
COLOR: Blanco característico			
OLOR: agradable característico			
ASPECTO: normal sin elementos extraños			
EXAMEN MICROBIOLÓGICO			
PARAMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO
Aerobios mesófilos	UFC/mL	Siembra en masa	2300
Enterobacteraceas	UFC/mL	Siembra en masa	AUSENCIA
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ENTREGA : 20 de septiembre del 2018			
RESPONSABLE:			
			
			
Dra. Gina Álvarez R.			
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.			

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
Contactanos: 0998580374 - 032 942 322
Riobamba - Ecuador

A.3 Análisis físico y químico de la leche de chocho



EXAMEN BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO 161-18

CLIENTE: Srta. Tatiana Pilataxi		
DIRECCIÓN: Ciudadela Luis A. Martínez		TELÉFONO: 0967026103
TIPO DE MUESTRA: Leche de Chocho		
FECHA DE RECEPCIÓN: 14 de septiembre del 2018		
FECHA DE MUESTREO: 14 de septiembre del 2018		
EXAMEN FÍSICO		
COLOR: Característico		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal, libre de material extraño		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Densidad	NTE INEN 11	1.003
Grasa %	NTE INEN 12	0.22
Acidez expresado como ácido láctico %	NTE INEN 13	0.036
Sólidos Totales %	NTE INEN 14	2.19
Ceniza %	NTE INEN 14	0.043
Sólidos no grasos %	-	0.61
Proteína %	NTE INEN 16	0.62
Carbohidratos %	-	1.31
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANÁLISIS: 15 de septiembre del 2018		
FECHA DE ENTREGA: 20 de septiembre del 2018		
RESPONSABLE:		
		
		
Dra. Gina Álvarez R.		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		
*Las muestras son receptados en laboratorio.		

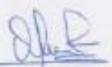
A.4 Análisis microbiológico de la leche de chocho



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN MICROBIOLÓGICO

CÓDIGO: 261-18

CLIENTE: Srta. Tatiana Pilataxi			
DIRECCIÓN: Ciudadela Luis A. Martínez		TELÉFONO: 0967026103	
TIPO DE MUESTRA: Leche de Chocho			
FECHA DE RECEPCIÓN: 14 de septiembre del 2018			
FECHA DE MUESTREO: 14 de septiembre del 2018			
EXAMEN FÍSICO			
COLOR: Blanco característico			
OLOR: agradable característico			
ASPECTO: normal sin elementos extraños			
EXAMEN MICROBIOLÓGICO			
PARAMETRO	UNIDADES	MÉTODO DE ENSAYO	RESULTADO
Aerobios mesófilos	UFC/mL	Siembra en masa	200
Enterobacteraceas	UFC/mL	Siembra en masa	Ausentes
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ENTREGA : 20 de septiembre del 2018			
RESPONSABLE:			
Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos			
			
Dra. Gina Álvarez R.			
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.			

ANEXO B. Análisis de las formulaciones planteadas

B.1 Análisis físico y químico de la formulación con código 2017

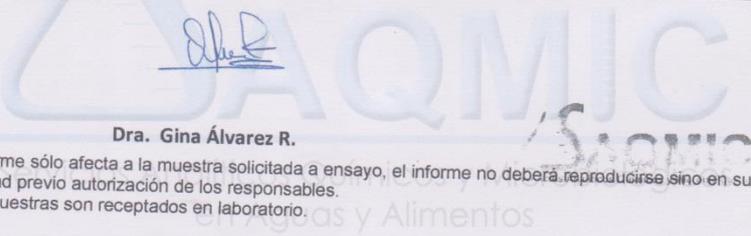

Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN QUIMICO

CÓDIGO 161-18

CLIENTE: Tatiana Pilataxi		CÓDIGO 161-18
DIRECCIÓN: Riobamba		TELÉFONO:
TIPO DE MUESTRA: Yogurt a base de leche de chocho 2017		
FECHA DE RECEPCIÓN: 22 de junio del 2018		
FECHA DE MUESTREO: 22 de junio del 2018		
EXAMEN FISICO		
COLOR: Blanco		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal , libre de material extraño		
PARÁMETROS		
	MÉTODO	RESULTADO
Proteína %	INEN 16	6.5
Fibra %	INEN 522	1.02
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANÁLISIS: 23 de junio del 2018		
FECHA DE ENTREGA : 02 de julio del 2018		
RESPONSABLE:		
		
Dra. Gina Álvarez R.		

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.
*Las muestras son receptados en laboratorio.


en Aguas y Alimentos

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
Contactanos: 0998580374 - 032 942 322
Riobamba - Ecuador

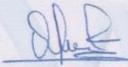
B.2 Análisis físico y químico de la formulación con código 2018



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN QUIMICO

CÓDIGO 162-18

CLIENTE: Tatiana Pilataxi		
DIRECCIÓN: Riobamba		TELÉFONO:
TIPO DE MUESTRA: Yogurt a base de leche de chocho 2018		
FECHA DE RECEPCIÓN: 22 de junio del 2018		
FECHA DE MUESTREO: 22 de junio del 2018		
EXAMEN FISICO		
COLOR: Blanco		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal , libre de material extraño		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Proteína %	INEN 16	6.8
Fibra %	INEN 522	1.18
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANÁLISIS: 23 de junio del 2018		
FECHA DE ENTREGA : 02 de julio del 2018		
RESPONSABLE:		
		
Dra. Gina Álvarez R.		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		
*Las muestras son receptados en laboratorio.		

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
Contáctanos: 0998580374 - 032 942 322
Riobamba - Ecuador

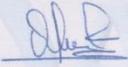
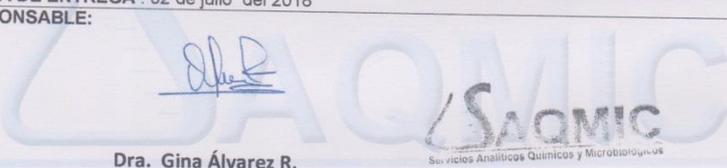
B.3 Análisis físico y químico de la formulación con código 2019



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN QUIMICO

CÓDIGO 163-18

CLIENTE: Tatiana Pilataxi		TELÉFONO:	
DIRECCIÓN: Riobamba			
TIPO DE MUESTRA: Yogurt a base de leche de chocho 2019			
FECHA DE RECEPCIÓN: 22 de junio del 2018			
FECHA DE MUESTREO: 22 de junio del 2018			
EXAMEN FISICO			
COLOR: Blanco			
OLOR: Característico			
ASPECTO: Normal , libre de material extraño			
PARÁMETROS		MÉTODO	RESULTADO
Proteína %		INEN 16	5.5
Fibra %		INEN 522	0.89
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANÁLISIS: 23 de junio del 2018			
FECHA DE ENTREGA : 02 de julio del 2018			
RESPONSABLE:			
			
Dra. Gina Álvarez R.			
			
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.			
*Las muestras son receptados en laboratorio.			

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
Contactanos: 0998580374 - 032 942 322
Riobamba - Ecuador

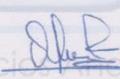
ANEXO C. Análisis del producto final para su validación

C.1 Análisis físico y químico del producto final



EXAMEN MICROBIOLÓGICO

CÓDIGO 276-18

CLIENTE: Srta. Tatiana Pilataxi				
DIRECCIÓN: Ciudadela. Luis A. Martínez			TELÉFONO: 0967026103	
TIPO DE MUESTRA: Yogurt a base de leche de chocho				
FECHA DE RECEPCIÓN: 11 de octubre del 2018				
FECHA DE MUESTREO: 11 de octubre del 2018				
EXAMEN FÍSICO YOGURT				
COLOR: Blanco Característico				
OLOR: Característico				
ASPECTO: Normal, libre de material extraño				
COD. LAB	MUESTRA	PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
276	Yogurt a base de leche de chocho	Escherichia Coli UFC/g	Siembra en masa	Ausencia
		Coliformes totales UFC/g	Siembra en masa	ausencia
FECHA DE ANÁLISIS: 11 de octubre del 2018				
FECHA DE ENTREGA: 19 de octubre del 2018				
RESPONSABLE:				
				
				
Dra. Gina Álvarez R.				
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.				

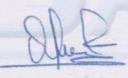
C.2 Análisis físico-químico del producto final



Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos
en Aguas y Alimentos

EXAMEN QUIMICO

CÓDIGO 276-18

CLIENTE: Srta. Tatiana Pilataxi		
DIRECCIÓN: Riobamba		TELÉFONO:
TIPO DE MUESTRA: Yogurt a base de leche de chocho		
FECHA DE RECEPCIÓN: 11 de octubre del 2018		
FECHA DE MUESTREO: 11 de octubre del 2018		
EXAMEN FISICO YOGURT		
COLOR: Blanco		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal , libre de material extraño		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Proteína %	INEN 16	10.01
Ceniza %	INEN 520	3.22
Carbohidratos %	-	10.67
Sólidos Totales %	INEN 14	23.80
Grasa %	INEN 12	3.91
OBSERVACIONES:		
FECHA DE ANÁLISIS: 11 de octubre del 2018		
FECHA DE ENTREGA : 19 de octubre del 2018		
RESPONSABLE:		
		
		
Dra. Gina Álvarez R.		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		
*Las muestras son receptados en laboratorio.		

Dirección: Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes
Contáctanos: 0998580374 - 032 942 322
Riobamba - Ecuador

ANEXO D: Modelo de encuesta para la elección de la formulación.

HOJA DE RESPUESTA

Nombre: _____ Fecha: _____

Producto: Yogurt de leche de Chocho

Indicaciones.

Por favor en el siguiente orden consumir las muestras propuestas y marcar la muestra con el código que más le gusto:

1. Muestra: 2017 _____
2. Muestra : 2018 _____
3. Muestra : 2019 _____

Por favor escriba su criterio respecto al Yogurt de Chocho que más le gusto marcando las siguientes características:

ATRIBUTO	ME GUSTA	NI ME GUSTA, NI ME DISGUSTA	NO ME GUSTA
SABOR			
OLOR			
CONSISTENCIA			
TEXTURA			

Comentarios:

Gracias por su ayuda

ANEXO E: Norma NTE INEN 9:2015. LECHE CRUDA REQUISITO



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 9
Sexta revisión

LECHE CRUDA. REQUISITOS

RAW MILK. REQUIREMENTS

Norma Técnica Ecuatoriana	LECHE CRUDA. REQUISITOS	NTE INEN 9:2015 Sexta revisión
--	--------------------------------	---

0. INTRODUCCIÓN

La leche constituye una fuente importante de nutrientes para la población, sin embargo por su composición constituye un medio propicio para el desarrollo de microorganismos patógenos. Además las actividades de ordeño, almacenamiento y transporte, implican riesgos de contaminación por contacto con el hombre o el entorno y por ende la proliferación de patógenos endógeno. La leche también puede estar contaminada por residuos de medicamentos veterinarios, de plaguicidas o de otros contaminantes químicos, por consiguiente, la aplicación de medidas adecuadas de control de la sanidad de la leche, como las recomendaciones dadas en el CPE INEN CODEX 57, capítulo 3, y las buenas prácticas pecuarias de producción de leche, son esenciales para garantizar su inocuidad y calidad para el uso al que se destinen.

1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos de la leche cruda de vaca, destinada al procesamiento.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos, en su totalidad o en parte, son referidos en este documento y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 11, *Leche. Determinación de la densidad relativa*

NTE INEN 13, *Leche. Determinación de la acidez titulable*

NTE INEN 14, *Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas*

NTE INEN 16, *Leche y productos lácteos. Determinación de contenido de nitrógeno. Método Kjeldahl*

NTE INEN 18, *Leche. Ensayos de reductasas*

NTE INEN 1500, *Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad*

NTE INEN 1529-5, *Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos*

NTE INEN 1529-14, *Control microbiológico de los alimentos. Staphylococcus aureus. Recuento en placa de siembra por extensión en superficie*

NTE INEN 2401, *Leche. Determinación de suero de quesería en leche fluida y en polvo. Método de cromatografía líquida de alta eficiencia*

NTE INEN-ISO 707, *Leche y productos lácteos. Directrices para la toma de muestras*

NTE INEN-ISO 2446, *Leche. Determinación del contenido de grasa*

NTE INEN 9

NTE INEN-ISO 5764, *Leche. Determinación del punto de congelación. Termistor método crioscópico (Método de referencia)*

NTE INEN-ISO 14674, *Leche y leche en polvo. Determinación del contenido de aflatoxina M1. Purificación mediante cromatografía de inmunofinidad y cromatografía de capa fina*

NTE INEN-ISO 21528-2, *Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal. Métodos horizontales para la detección y enumeración de enterobacterias. Parte 2: Método de recuento de colonias*

NTE INEN CODEX CAC/MRL 1, *Lista de Límites Máximos para Residuos de Plaguicidas*

NTE INEN CODEX CAC/MRL 2, *Límites Máximos para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos*

ETE INEN-ISO/TS 6733, *Leche y productos lácteos. Determinación del contenido de plomo. Método de espectrometría de absorción atómica en horno de grafito*

ISO 13366-1:2008 (IDF 148-1:2008), *Leche – Enumeración de células somáticas - Parte 1: Método microscópico (Método de referencia)*

3. TERMINOS Y DEFINICIONES

Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1 Leche: Producto de la secreción normal de las glándulas mamarias de animales bovinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción.

3.2 Leche cruda: Leche que no ha sido sometida a ningún tipo de calentamiento (es decir que la temperatura no haya superado la de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre - no más de 40°C) o no haya sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición.

4. REQUISITOS

4.1 Requisitos generales

4.1.1 La leche cruda debe presentar un aspecto normal, libre de calostro y sangre.

4.1.2 La leche cruda se obtendrá de vacas libres de enfermedades infecto-contagiosas.

4.1.3 Después del ordeño, la leche cruda debe ser enfriada a una temperatura de $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ con agitación constante. En el caso que no contar con un sistema de refrigeración la leche se debe transportar a la planta procesadora o centro de acopio en un periodo inferior a tres horas.

4.1.4 La leche cruda no debe tener residuos de plaguicidas en cantidades superiores al máximo permitido en la NTE INEN CODEX CAC/MRL 1.

4.1.5 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios para la leche serán los establecidos en la NTE INEN CODEX CAC/MRL 2.

4.2 Requisitos específicos

4.2.1 Requisitos organolépticos

4.2.1.1 **Color.** Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.

4.2.1.2 Olor. Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.

4.2.1.3 Aspecto. Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

4.3 Requisitos físicos y químicos

La leche cruda, debe cumplir con los requisitos físico-químicos que se indican en la tabla 1.

Tabla 1. Requisitos físico-químicos para la leche cruda

Requisitos	Unidad	mín.	máx.	Método de ensayo
Densidad relativa: a 15 °C a 20 °C	g/mL	1,029 1,028	1,032 1,033	NTE INEN 11
Materia grasa	% ¹	9	-	NTE INEN-ISO 2446
Acidez titulable como ácido láctico	%	0,13	0,17	NTE INEN 13
Sólidos totales	%	11,2	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	%	8,2	-	*
Cenizas	%	0,95	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico)	°C	-0,538	-0,512	NTE INEN-ISO 5764
Proteínas (N _{6,38})	%	2,9	-	NTE INEN 18
Ensayo de reductasa (azul de metileno)**	h	4	-	NTE INEN 18
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	Para leche destinada a pasteurización, no se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 68 % en masa o 75 % en volumen. Para la leche destinada a ultra pasteurización, no se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 71 % en masa o 76 % en volumen.			NTE INEN 1500
Presencia de conservantes ²	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes ³	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes ⁴	-	Negativo		NTE INEN 1500 NTE INEN 2401
* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa. ** Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento. ¹ Corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje. ² Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio y dióxido de cloro. ³ Neutralizantes: orina bovina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones. ⁴ Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, suero de leche, grasas vegetales.				

4.4 Contaminantes. El límite máximo permitido para contaminantes se indica en la tabla 2.

Tabla 2. Límites máximos para contaminantes

Requisito	Unidad	Límite máximo (LM)	Método de ensayo
Piomo	mg/kg	0,02	ETE INEN-ISO/TS 6733
Aflatoxina M1	µg/kg	0,5	NTE INEN-ISO 14674

4.6 Requisitos microbiológicos. La leche cruda debe cumplir con los requisitos especificados en la tabla 3.

Tabla 3. Requisitos microbiológicos para la leche cruda

Microorganismo	Caso	n	c	M	M	Método de ensayo
Recuento de colonias aerobias	2 ^a	5	2	2×10^4	5×10^4	NTE INEN 1529-5
Enterobacteriaceae (UFC/g)	6 ^a	5	1	10	10^2	NTE INEN-ISO 21528-2
<i>S. aureus</i>	7 ^a	5	2	10	10^2	NTE INEN 1529-14
Recuento de células somáticas/mL	$< 5 \times 10^5$					ISO 13366-1
<p>n: número de muestras a analizar m: límite de aceptación M: límite superando al cual se rechaza c: número máximo de muestras admisibles con resultados entre m y M.</p> <p>^a Caso 2. Utilidad: contaminación general, vida útil reducida en leche, deterioro incipiente. ^b Caso 6. Indicador: riesgo bajo e indirecto. ^c Caso 7. Riesgo moderado: directo, propagación limitada</p>						

4.8 Requisitos complementarios. La leche debe recolectarse, almacenarse y transportarse en recipientes que eviten la introducción de contaminantes, de fácil limpieza y desinfección y sean de uso exclusivo para leche. Por ejemplo: envases metálicos de aluminio o acero inoxidable y plásticos de calidad alimentaria, con tapa de ajuste hermético o en camiones con sistemas isotérmicos de acero inoxidable, construido de manera tal que asegure su fácil limpieza y desinfección. Los envases o sistemas deben mantenerse en buen estado físico e higiénico.

5. INSPECCIÓN

5.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 707.

5.2 Aceptación o rechazo. Se acepta el producto si cumple con los requisitos indicados en esta norma, caso contrario se rechaza.

NTE INEN 9

APÉNDICE Z

BIBLIOGRAFÍA

NA 0053:2009 *Leche cruda. Requisitos.*

NTP 202.001:2003 *Leche y productos lácteos. Leche cruda. Requisitos.*

GOVENIN 903:1993 *Leche pasteurizada.*

NTC 506:1993. *Productos lácteos. Leche entera Pasteurizada.*

NTE INEN-CODEX 193:2013 *Norma general para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos*

CPE INEN CODEX 57, *Higiene para la leche y los productos lácteos*

United States Department of Agriculture *Milk for Manufacturing Purposes and Its Production and Processing Recommended Requirements Effective. September 1, 2005.*

International Comision on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). 2005. *Microorganisms in foods 6. Microbial Ecology of food commodities.* Segunda Edición. Estados Unidos. Pág. 643-657.

International Comision on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). 2002. *Microorganisms in foods 7. Microbiological testing in food safety management.* Estados Unidos. Pág. 162-164.

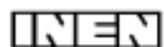
International Comision on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). 2011. *Microorganisms in foods 8. Use of data assessing process control and product acceptance.* Segunda Edición. Pág. 135-138.

Martínez, E., et al. 1999. *Dinámica del sistema lechero mexicano en el marco regional y global.* Primera edición. [visto 2014-12-20]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=pZLbomndQPtC&pg=PA367&pg=PA367&dq=%C2%B0H+punto+cristaloscopico&source=bl&ots=4_NbtEVfDD&slp=49apZWXtsPwgmKy7WjpSYKcngMI&hl=es-419&sa=X&ei=ixMcVQz7EoQngTErQYBA&ved=0CGRQ6AEwAcqv=onepage&q=%C2%B0H%20punto%20cristaloscopico&f=true. Pág. 363-367.

Mungula, J. 2010. *Manual de procedimientos para análisis de calidad de la leche.* [visto 2015-01-10]. Disponible en: <http://www.cuentadelmilero.org.ni/cedoc/DRneopura/07%20Condicionado%20Pecuario/05%20Manuales%20%20Manual%20de%20Procedimientos%20de%20Análisis%20de%20calidad%20de%20la%20Leche.pdf>. Pág. 7-36

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 8	TÍTULO: LECHE CRUDA. REQUISITOS	Código IC8: 87.100.01
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de por Resolución No. publicado en el Registro Oficial No. Fecha de iniciación del estudio:	
Fechas de consulta pública:		
Comité Interno del INEN		
Fecha de iniciación:	Fecha de aprobación:	
Integrantes del Comité Interno:		
NOMBRES:	INSTITUCIÓN REPRESENTADA:	



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, requesitos.
AL: 03.01-442
CDU: 637.148
CIIU: 3112
ICB: 67.100.01

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 *Leche Fermentada natural.* 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 isoelectrica). 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 *Producto natural.* 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 *Yogur.* Es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, 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 *Kéfir.* Es una leche fermentada con cultivos ácido lácticos elaborados con granos de kéfir, *Lactobacillus kéfir*, especies de géneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* y *Acetobacter* con producción de ácido láctico, etanol y dióxido de carbono. Los granos de kéfir están constituidos por levaduras fermentadoras de lactosa (*Kluyveromyces marxianus*) y levaduras no fermentadoras de lactosa (*Saccharomyces omnisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces exiguus*), *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium sp* y *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, por cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.

3.1.5 *Kumis.* Es una leche fermentada con *Lactococcus Lactis* subsp. *cremoris* y *Lactococcus Lactis* subsp. *lactis*, 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 *Leche cultivada, o acidificada.* Es una leche fermentada por la acción de *Lactobacillus acidophilus* (leche acidificada) o *Bifidobacterium sp.*, u otros cultivos lácticos inocuos apropiados, los cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.

3.1.7 *Leche fermentada tratada térmicamente.* 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

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 Yvette.

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 afianado,
- c) Tratado térmicamente
- d) Concentrado,
- e) Deslactosado.

4.1.4 De acuerdo al contenido de etanol, el Kéfir se clasifica en:

- a) suave
- b) fuerte

5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

5.1 La leche que se utilice para la elaboración de leches fermentadas debe cumplir con la NTE INEN 09, y posteriormente ser pasteurizada (ver NTE INEN 10) o esterilizada (ver NTE INEN 701) y debe manipularse en condiciones sanitarias según el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.

(Continúa)

5.2 Se permite el uso de otras leches diferentes a las de vaca, siempre que en la etiqueta se declare de que mamífero procede.

5.3 Las leches fermentadas, deben presentar aspecto homogéneo, el sabor y olor deben ser característicos del producto fresco, sin materias extrañas, de color blanco cremoso u otro propio, resultante del color de la fruta o colorante natural añadido, de consistencia pastosa; textura lisa y uniforme.

5.4 A las leches fermentadas pueden agregarse, durante el proceso de fabricación, crema previamente pasteurizada, leche en polvo, leche evaporada, grasa láctea anhidra y proteínas lácteas.

5.5 Los residuos de medicamentos veterinarios y sus metabolitos no deben superar los límites establecidos por el Codex Alimentario CAC/LMR 2 en su última edición.

5.6 Los residuos de plaguicidas, pesticidas y sus metabolitos, no deben superar los límites establecidos por el Codex Alimentario CAC/LMR 1 en su última edición.

5.7 Se permite el uso de vitaminas, minerales y otros nutrientes específicos, de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1334-2.

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos específicos

6.1.1 A las leches fermentadas podrán añadirse: azúcares o edulcorantes permitidos, frutas frescas enteras o en trozos, pulpa de frutas, frutas secas y otros preparados a base de frutas. El contenido de fruta adicionada no debe ser inferior al 5 % (m/m) en el producto final.

6.1.2 Se permite la adición de otros ingredientes como: hortalizas, miel, chocolate, cacao, coco, café, cereales, especias y otros ingredientes naturales. Cuando se utiliza café el contenido máximo de cafeína será de 200 mg/kg, en el producto final. El peso total de las sustancias no lácteas agregadas a las leches fermentadas no será superior al 30% del peso total del producto.

6.1.3 La leche fermentada con frutas u hortalizas, al realizar el análisis histológico deben presentar las características propias de la fruta u hortaliza adicionada.

6.1.4 Las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con lo establecido en la tabla 1.

TABLA 1. Especificaciones de las leches fermentadas

REQUISITOS	ENTERA		SEMIDECREMADA		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

* Expresado como ácido láctico

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

6.1.5 Las leches fermentadas deben cumplir con los requisitos del contenido mínimo del cultivo del microorganismo específico (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*; *Lactobacillus acidophilus*, según sea el caso), y de bacterias prebióticas, hasta la fecha de vencimiento, de acuerdo con lo indicado en la tabla 2.

TABLA 2. Cantidad de microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

PRODUCTO	Yogur, kumis, kéfir, leche cultivada, leches fermentadas con ingredientes y leche fermentada concentrada Mínimo	kéfir y kumis Mínimo
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido para cada producto	10 ⁷ UFC/g	
Bacterias probióticas	10 ⁸ UFC/g	
Levaduras		10 ⁸ 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 tomarán como valores máximos los expresados en la columna m.

6.1.6.4 Las leches fermentadas tratadas térmicamente y envasadas asépticamente deben demostrar esterilidad comercial de acuerdo a NTE INEN 2335

6.1.7 Aditivos. Se permite el uso de los aditivos establecidos en la NTE INEN 2074 para estos productos

6.1.8 Contaminantes. El límite máximo de contaminantes no deben superar los límites establecidos por el Codex Stan 193-1995

6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 Las leches fermentadas, siempre que no se hayan sometido al proceso de esterilización, deben mantenerse en refrigeración durante toda su vida útil.

(Continúa)

6.2.2 Las unidades de comercialización de este producto debe cumplir con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

7. INSPECCIÓN

7.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 04.

7.2 Aceptación o rechazo. Se acepta el lote si cumple con los requisitos establecidos en esta norma; caso contrario se rechaza.

8. ENVASADO Y EMBALADO

8.1 Las leches fermentadas deben expendirse en envases asépticos, y herméticamente cerrados, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

8.2 Las leches fermentadas deben acondicionarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas del mismo.

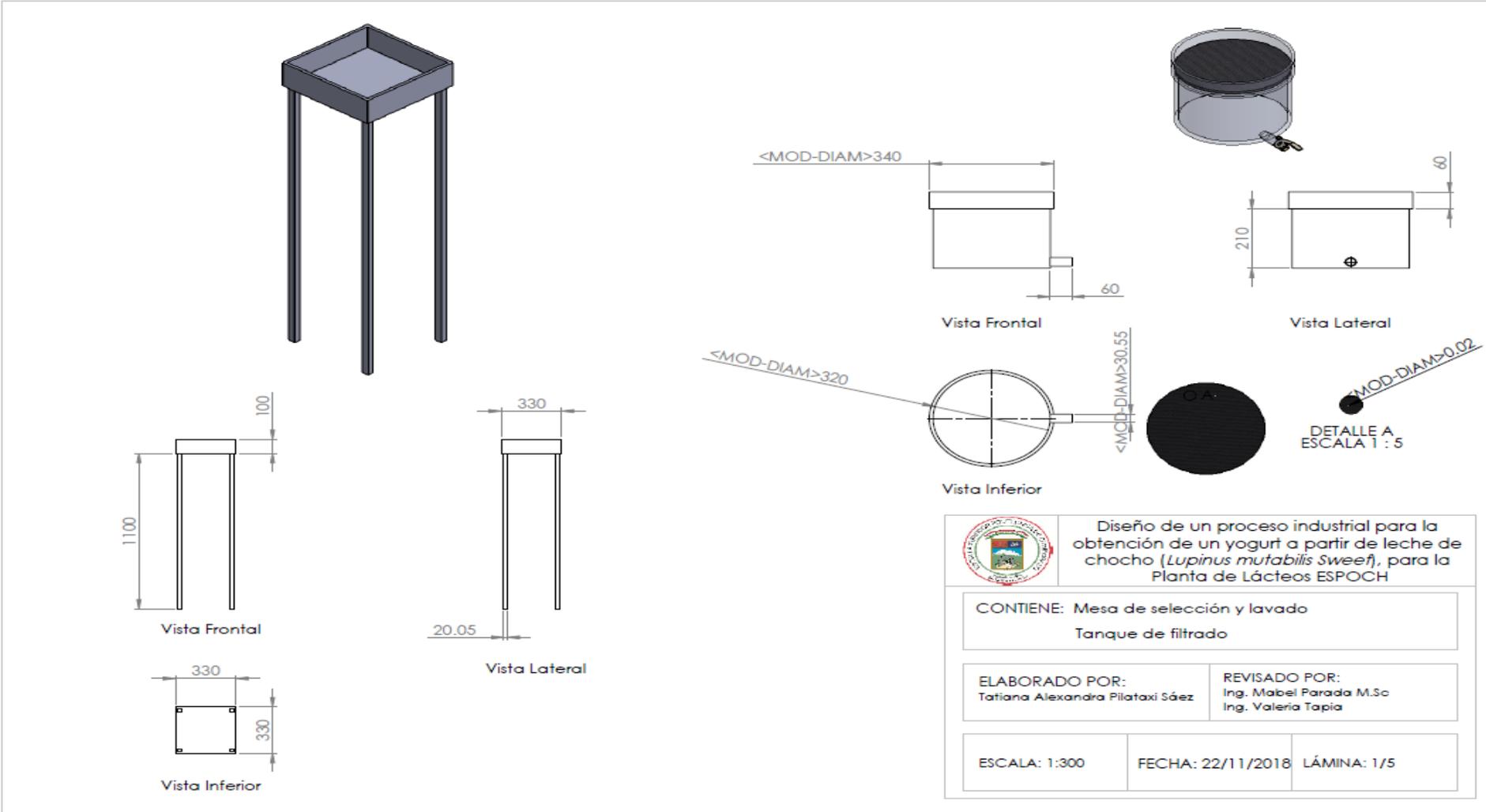
8.3 El embalaje debe hacerse en condiciones que mantenga las características del producto y aseguren su inocuidad durante el almacenamiento, transporte y expendio.

9. ROTULADO

9.1 El Rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en el RTE INEN 022

(Continúa)

ANEXO G. Planos de dimensionamiento de equipos.



Diseño de un proceso industrial para la obtención de un yogurt a partir de leche de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), para la Planta de Lácteos ESPOCH

CONTIENE: Mesa de selección y lavado
Tanque de filtrado

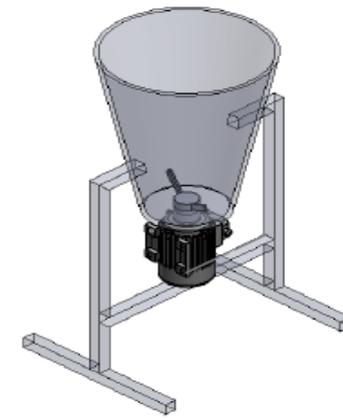
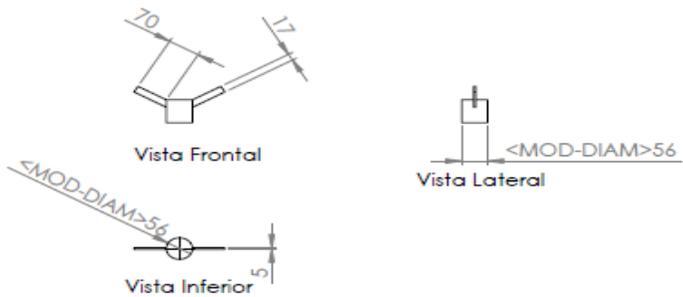
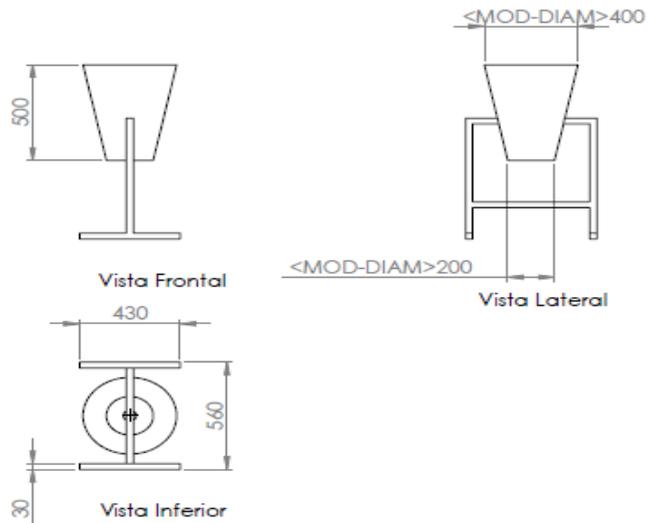
ELABORADO POR:
Tatiana Alexandra Pilataxi Sáez

REVISADO POR:
Ing. Mabel Parada M.Sc
Ing. Valeria Tapia

ESCALA: 1:300

FECHA: 22/11/2018

LÁMINA: 1/5



Diseño de un proceso industrial para la obtención de un yogurt a partir de leche de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), para la Planta de Lácteos ESPOCH

CONTIENE: Licuadora industrial

ELABORADO POR:
Tatiana Alexandra Pilataxi Sáez

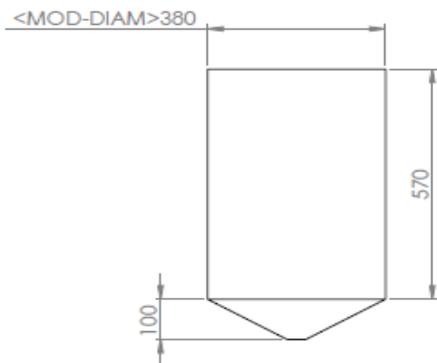
REVISADO POR:
Ing. Mabel Parada M.Sc
Ing. Valeria Tapia

ESCALA: 1:300

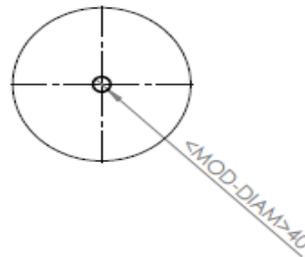
FECHA: 22/11/2018

LÁMINA: 2/5

Tanque recepción leche cruda de vaca

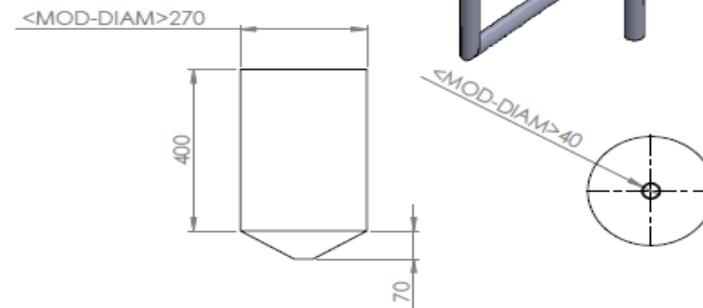
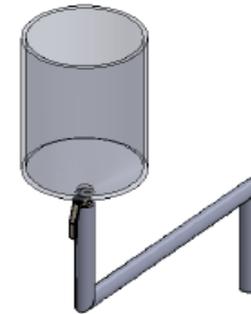


Vista frontal



Vista Inferior

Tanque recepción leche de chocho



Vista frontal

Vista Inferior



Diseño de un proceso industrial para la obtención de un yogurt a partir de leche de chocho (*Lupinus mutabilis Sweetf*), para la Planta de Lácteos ESPOCH

CONTIENE: Tanque recepción leche cruda de vaca
Tanque recepción leche de chocho

ELABORADO POR:
Tatiana Alexandra Pilataxi Sáez

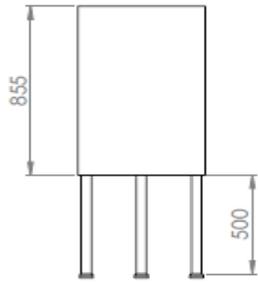
REVISADO POR:
Ing. Mabel Parada M.Sc
Ing. Valeria Tapia

ESCALA: 1:300

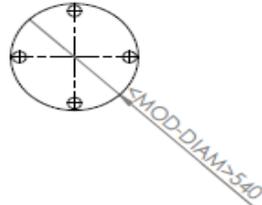
FECHA: 22/11/2018

LÁMINA: 3/5

Chaqueta

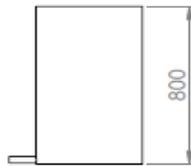


Vista Frontal

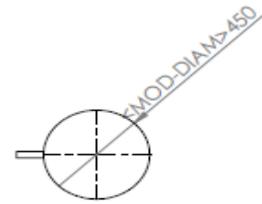


Vista Inferior

Tanque

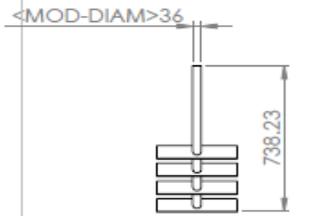


Vista Frontal

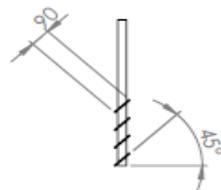


Vista Inferior

Agitador

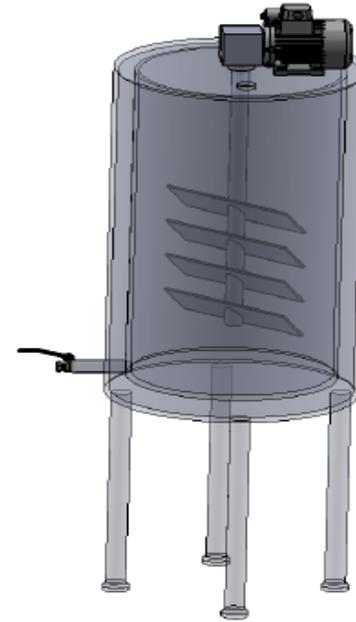


Vista Frontal



Vista Lateral

Vista Inferior



Diseño de un proceso industrial para la obtención de un yogurt a partir de leche de chocho (*Lupinus mutabilis Sweetf*), para la Planta de Lácteos ESPOCH

CONTIENE: Marmita de chaqueta con agitación

ELABORADO POR:
Tatiana Alexandra Pilataxi Sáez

REVISADO POR:
Ing. Mabel Parada M.Sc
Ing. Valeria Tapia

ESCALA: 1:300

FECHA: 22/11/2018

LÁMINA: 4/5



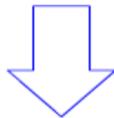
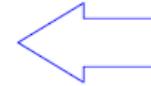
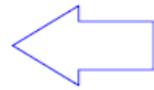
Tanque de Filtrado



Licadora Industrial

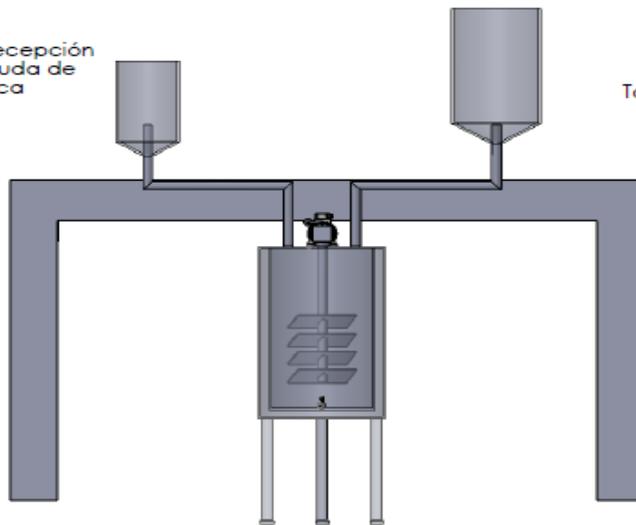


Mesa de Selección y Pelado



Tanque recepción
leche cruda de
vaca

Tanque recepción leche
de chocho



Marmita de chaqueta
con agitacion



Diseño de un proceso industrial para la obtención de un yogurt a partir de leche de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*), para la Planta de Lácteos ESPOCH

CONTIENE: Equipos para la obtención de yogurt a partir de leche de chocho

ELABORADO POR:
Tatiana Alexandra Pilataxi Sáez

REVISADO POR:
Ing. Mabel Parada M.Sc
Ing. Valeria Tapia

ESCALA: 1:300

FECHA: 22/11/2018

LÁMINA: 5/5