

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

"Uso De Suero Para La Obtención De Bebida Láctea Fermentada"

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

INGENIEROS DE ALIMENTOS

Presentado por:

Gabriela Michelle Romero Frías

Michael Iván Fajardo Campaña

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2016

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios, por permitirnos terminar esta etapa de nuestra vida y ayudarnos en todo momento sin abandonarnos, a nuestros padres y familias, que con su esfuerzo y sacrificio, dieron todo por ser mejores personas y profesionales, a nuestros amigos y profesores, y a nuestro tutor, quien con paciencia nos ayudó para la correcta realización de este trabajo.

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia Integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Autor 1: Michelle Romero Frías

Autor 2: Michael Fajardo Campaña

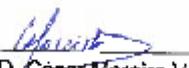
Director 1: Ph.D. Patricio Cáceres Costales

Director 2: Ph.D. César Moreira Valenzuela

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".


Michelle Romero F.


Michael Fajardo C.


Ph.D. César Moreira V.

RESUMEN

El lactosuero es uno de los mayores desperdicios que produce la industria láctea, convirtiéndolo en uno de los contaminantes con mayor demanda bioquímica de oxígeno (DQO). Sin embargo, en la actualidad existen empresas de alimentos que por su alto valor nutritivo (50% de los nutrientes de la leche), dan al lactosuero un valor agregado para poder ser utilizado como materia prima en algunos procesos o como sustituto de algunos ingredientes.

El presente estudio se realizó en el laboratorio de Investigación y Desarrollo (I+D) de la Facultad de Ingeniería Mecánica, en la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Su objetivo fue desarrollar una bebida láctea fermentada mediante la adición de suero de leche en diferentes concentraciones, azúcar, esencia sabor a durazno y colorante natural Anato; además de caracterizarla microbiológica y químicamente, medir su aceptación por parte de los consumidores mediante un panel sensorial, diseñar el diagrama de flujo respectivo, equipos en la línea de proceso, y calcular los costos variables de producción.

El proceso de elaboración incluye algunas operaciones unitarias entre ellas filtración, mezcla, pasteurización, homogeneización, enfriamiento y envasado. Para el diseño experimental se consideró tres concentraciones diferentes de suero: T1 = 25%, T2 = 50% y T3 = 75% L lactosuero / L bebida fermentada; de éstos el que tuvo mayor preferencia, con 95% de confianza, fue el de 75% de leche y 25% de suero (T1). Una vez determinada la concentración de mayor aceptación, se procedió a realizar los respectivos análisis físico-químicos y microbiológicos, con el fin de caracterizar el producto final y asegurarse que el tratamiento térmico utilizado fue el correcto. Finalmente se evidenció que la bebida se encontraba dentro de rangos aceptables en cuanto a valor nutricional y estabilidad microbiológica. Los costos variables de producir un litro de la bebida fueron de \$1.54 como se detalla en el contenido del trabajo.

Palabras Clave: Bebida fermentable, lactosuero, yogurt

ABSTRACT

Whey is one of the largest wastes produced by the dairy industry, making it one of the most polluting compounds due to its high chemical oxygen demand (COD). However, there are food companies that use whey for its high nutritional value (50% of the nutrients come from milk). This gives Whey an aggregated value in order to be used as a primary ingredient in some processes or as a substitute for other ingredients.

This study was conducted in the laboratory of Research and Development (I+D) at the Mechanical Engineering Department at the Escuela Superior Politecnica del Litoral. The aim of this study was to develop a fermented milk drink using different ratios of milk - whey. Then, the formula was completed using sugar, peach artificial flavor and natural dye annatto. The fermented drink was microbiological and chemically characterized; its acceptance by consumers was measured through a sensory panel design. Finally, a process flow diagram including proposed equipment and costs of production was performed.

The production process involves several unit operations such as filtration of whey and milk, mixing of ingredients, pasteurization, homogenization, cooling and packaging. For the experimental design three different concentrations were tried: T1 = 25%, T2 = 50% y T3 = 75% Whey L / L fermented drink. After the sensorial analysis were performed, it was selected.

The results of the sensory evaluation, using 95% of confidence, suggested that the T1 design had greater acceptance, therefore, the selected formula was T1. After determining the formula physical, chemical and microbiological analysis were performed in order to characterize the final product and ensure that the heat treatment used was appropriate. The analysis results showed the fermented drink obtained was within acceptable ranges regarding nutritional value and microbiological stability. The variable costs of producing one liter of the drink were \$ 1.54 as detailed in job content.

Keywords: *Fermented drink, whey, yogurt*

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	X

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Objetivos	1
1.2.1 Objetivo General	1
1.2.2 Objetivos Específicos	1
1.3. Marco Teórico.	2
1.3.1 Lactosuero	2
1.3.1.1 Definición.	2
1.3.1.2 Clasificación y Composición.....	2
1.3.1.3 Proteínas del lactosuero.....	3
1.3.1.4 Funciones biológicas de las proteínas del suero lácteo.	4
1.3.1.5 Aplicaciones del lacto suero	4
1.3.2 Bebida de leche fermentada	5
1.3.2.1 Definición	5
1.3.2.2 Composición y clasificación	5
1.3.3 La Pasteurización.....	6
1.3.3.1 Métodos de pasteurización	7

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DE DISEÑO	9
2.1 Materiales.....	9
2.2 Método	9
2.2.2 Diseño Experimental	10
2.2.3 Formulación	10
2.2.4 Elaboración de la bebida de leche fermentada.	11

2.2.4.1 Recepción de Materia prima	13
2.2.4.2 Almacenamiento.....	13
2.2.4.3 Mezcla	13
2.2.4.4 La Pasteurización.....	13
2.2.4.5 Enfriamiento	14
2.2.4.6 Incubación.....	14
2.2.4.7 Caracterizado.....	14
2.2.4.8 Envasado	15
2.2.4.9 Almacenamiento.....	15
2.2.5 Prueba Sensorial.....	17
Prueba Nivel de Agrado (Aceptación)	17
2.2.6 Análisis Sensorial.....	18
2.2.6.1 Apariencia de las muestras.	19
2.2.6.2 Sabor de las muestras.	22
2.2.6.3 Dulzor de las muestras.....	25
2.2.6.3 Grado de preferencia para los diferentes tratamientos	28
2.2.7 Análisis Microbiológicos	28
2.2.7.1 Determinación de Coliformes totales/E. Coli	28
2.2.7.2 Determinación de Mohos y Levaduras	29
2.2.7.3 Determinación de Staphylococcus aureus	29
2.2.7.4 Determinación de Listeria Monocytogenes y Salmonella Spp.....	30
2.2.8 Análisis Físico-Químicos	31
2.2.8.1 Determinación del pH.....	32
2.2.8.2 Determinación de acidez titulable.....	32
2.2.8.3 Determinación del contenido de grasa, proteína y carbohidratos totales	32
2.2.9 Cálculo de Potencia de los agitadores.....	
2.3.0 Diseño de bombas de la línea de producción	35
Cálculos de potencia de bombas	35
2.3.1 Determinación de costos de producción de la bebida de leche fermentada ..	39

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Resultados Prueba Sensorial.....	43
3.1.1 Apariencia de las muestras	43
3.1.2 Sabor de las muestras	43
3.1.3 Dulzor de las muestras.....	43
3.1.4 Grado de preferencia para los diferentes tratamientos	43

3.2 Resultados Análisis Físicoquímicos	43
3.3 Resultados Microbiológicos.....	43
3.4 Resultados de cálculos de potencia de bomba para la recepción de leche y suero de leche.....	44
3.5 Resultados de cálculo de potencia de bomba de dosificado.....	45
3.6 Resultados de cálculo de potencia de bomba de envasado	46
3.7 Resultados del cálculo de potencia de los agitadores.....	47
3.8 Batidor tanque de suero de leche	48
3.9 Tanque de mezclado para la bebida fermentada	49
3.10 Determinación de costos de producción de la bebida de leche fermentada ...	52

CAPÍTULO 4

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	57
4.1 Conclusiones	57
4.2 Recomendaciones	57

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO I- FICHA TECNICA *LACTOBACILLUS DELBRUECKII SUBSP. BULGARICUS*
STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS.

ANEXO II - FICHA TECNICA BIFIDOBACTERIUM SPECIES *STREPTOCOCCUS*
THERMOPHILUS LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS LACTOBACILLUS
DELBRUECKII SUBSP. BULGARICUS

ANEXO III - DATOS DE LOS JUECES Y MUESTRA ELEGIDA.

ANEXO IV - FORMULARIO PARA ANÁLISIS SENSORIAL/ PRUEBA DE
ACEPTACIÓN

ANEXO V - PÉRDIDAS POR FRICCIÓN PARA ACCESORIOS ESTÁNDAR

ANEXO VI - DIAGRAMA DE GANTT

ABREVIATURAS

α	Alfa
β	Beta
$^{\circ}\text{C}$	Grados Celsius
CO_2	Dióxido de Carbono
D.B.O	Demanda Bioquímica de Oxígeno
HCl	Ácido Clorhídrico
H_2SO_4	Ácido sulfúrico
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
NaOH	Hidróxido de sodio
pH	Potencial de hidrógeno
UFC	Unidades formadoras de colonias
UPC	Unidades propagadoras de colonias
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral

SIMBOLOGÍA

g	Gramos
L	Litro
min	Minutos
mL	Mililitro
mg	Miligramos
Kg	Kilogramos

ÍNDICE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Contenido de Vitaminas en el lactosuero.....	2
Tabla 2. Composición del Suero Dulce y Ácido.....	3
Tabla 3. Composición de la proteína del suero lácteo.....	3
Tabla 4. Composición de las bebidas de leche fermentada.....	6
Tabla 5. Parámetros cinéticos de microorganismo presentes en productos lácteos.....	8
Tabla 6. Factores y niveles del arreglo factorial.....	10
Tabla 7. Contenido de ingredientes en los tres tratamientos (%).....	11
Tabla 8. Escala Hedónica.....	17
Tabla 9. Codificación de muestras.....	18
Tabla 10. Análisis de Varianza (ANOVA) Característica: Apariencia.....	22
Tabla 11. Análisis de Varianza (ANOVA) Característica: Sabor.....	25
Tabla 12. Análisis de Varianza (ANOVA) Característica: Dulzor.....	28
Tabla 13. Análisis Microbiológicos.....	31
Tabla 14. Análisis físico-químicos.....	31
Tabla 15. Relación de dimensiones.....	34
Tabla 16. Bomba para recepción de leche y suero de leche.....	37
Tabla 17. Bomba de Dosificado.....	38
Tabla 18. Bomba de Envasado.....	39
Tabla 19. Costos de producción de Bebida de leche fermentada.....	40
Tabla 20. Gastos operativos.....	40
Tabla 21. Gastos de Servicios básicos.....	40
Tabla 22. Costos de equipos de una línea de Producción de una Bebida de leche fermentada.....	41
Tabla 23. Análisis físico-químicos.....	43
Tabla 24. Análisis Microbiológicos.....	44
Tabla 25. Potencia de bomba requerida para la recepción de leche cruda y suero de leche.....	45
Tabla 26. Potencia de bomba requerida para el dosificado de materia prima a los tanques de mezcla, pasteurización y fermentación.....	46
Tabla 27. Potencia de bomba requerida para el envasado.....	47
Tabla 28. Dimensiones del tanque con agitación para almacenamiento de leche cruda.....	48

Tabla 29. Valor de potencia de agitador requerida.....	48
Tabla 30. Dimensiones del tanque con agitación para almacenamiento de suero de leche.....	49
Tabla 31. Valor de potencia de agitador requerida.....	49
Tabla 32. Dimensiones del tanque con agitación de mezcla, pasteurización y fermentación.....	50
Tabla 33. Valor de potencia de agitador requerida.....	50
Tabla 34. Costos de producción de Bebida de leche fermentada.....	52
Tabla 35. Gastos operativos.....	52
Tabla 36. Gastos de Servicios básicos.....	53
Tabla 37 Costos de equipos de una línea de Producción de una Bebida de leche fermentada.....	54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Diagrama de Proceso: Elaboración de bebida láctea fermentada.....	12
Gráfico 2. Diagrama de Equipos: Elaboración de bebida láctea fermentada.....	17
Gráfico 3. Calificaciones acumuladas de apariencia Muestra 283.....	19
Gráfico 4. Calificaciones acumuladas de apariencia Muestra 946.....	19
Gráfico 5. Calificaciones acumuladas de apariencia Muestra 527.....	20
Gráfico 6. Calificaciones acumuladas de sabor Muestra 283.....	22
Gráfico 7. Calificaciones acumuladas de sabor Muestra 946.....	22
Gráfico 8. Calificaciones acumuladas de sabor Muestra 527.....	23
Gráfico 9. Calificaciones acumuladas de dulzor Muestra 283.....	25
Gráfico 10. Calificaciones acumuladas de dulzor Muestra 946.....	25
Gráfico 11. Calificaciones acumuladas de dulzor Muestra 527.....	26
Gráfico 12. Grado de preferencia de los diferentes tratamientos.....	28
Gráfico 13: Esquema de tanque con agitación.....	33
Gráfico 14. Resultados de los cálculos de requerimiento de potencia de las bombas y de los agitadores de las marmitas.....	51
Gráfico 15. Layout de la planta de elaboración de bebida de leche fermentada.....	55

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema

El lactosuero es un subproducto de la industria quesera representa entre el 80% y 90% del volumen total del procesamiento de leche, el cual es considerado como uno de los mayores contaminantes de la industria alimentaria debido a su alta demanda bioquímica de oxígeno (DQO). Sin embargo contiene el 50% de los nutrientes de la leche: 25% proteínas, 8% materia grasa y 95% de la lactosa (Revilla 2000).

Entre los usos más comunes de este subproducto están su empleo como fertilizante y en la alimentación de animales de granja.

Recientemente se han desarrollado nuevas tecnologías como la ultrafiltración, la micro filtración, y filtración por membrana, para el uso del lactosuero como materia prima de diversos productos y sustituto de otros ingredientes.

En este proyecto se estudió la posibilidad de usar el lactosuero como un aditivo o suplemento de bebidas lácteas, y de esta manera dar valor agregado a uno de los mayores desperdicios de la industria láctea.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar una bebida láctea fermentada mediante la adición de lactosuero en diversos porcentajes.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar la formulación para la elaboración de la bebida con lactosuero y leche.
- Determinación de la formula con mayor aceptación mediante paneles sensoriales.
- Caracterización de la formula con mayor aceptación.
- Realizar un diagrama de flujo, equipos y línea de proceso de elaboración.
- Realizar estudio de costos de proceso del producto.

1.3. Marco Teórico.

1.3.1 Lactosuero

1.3.1.1 Definición.

El suero de leche (lactosuero) se define como el resultante de la coagulación de la leche en la fabricación del queso luego de separación de la caseína y la grasa. El suero es un líquido de color amarillo verdoso cuyo contenido de vitaminas B5, B2 y C es elevado. (Hernández 1982). En la Tabla 1 se observa la concentración de vitaminas presentes en el lactosuero.

Tabla 1. Contenido de Vitaminas en el lactosuero.

Vitaminas	Concentración (mg/ml)
Acido pantoténico (Vit B5)	3,4
Ácido ascórbico (Vit C)	2,2
Riboflavina (Vit B2)	1,2
Acido nicotínico (Vit B3)	0,85
Piridoxina (Vit B6)	0,42
Tiamina (Vit B1)	0,38
Cobalamina (Vit B12)	0,03

Fuente: Linden, G. Lorient 1996

1.3.1.2 Clasificación y Composición.

El suero de leche se puede clasificar en 2 clases (Franchi 2010):

- Suero Dulce (pH entre 5,8 – 6,6)
- Suero Ácido (pH entre menor 5)

Suero de leche dulce: este subproducto tiene mayor contenido de lactosa y menor acidez en comparación al suero de leche ácido como se demuestra en la Tabla 2.

Suero de leche ácido: este subproducto se lo obtiene en el proceso de elaboración del queso, mediante la separación de la cuajada después de la coagulación de la leche pasteurizada. La coagulación se provoca por la acidificación química o bacteriana. (INEN 2011)

En la Tabla 2 se detalla la composición nutricional del lactosuero dulce y ácido.

Tabla 2. Composición del Suero Dulce y Ácido.

Componentes	Lactosuero dulce (mg/ml)	Lactosuero ácido (mg/ml)
Sólidos totales	63,0- 70,0	63,0- 70,0
Lactosa	46,0- 52,0	44,0- 46,0
Proteína	6,0- 10,0	6,0- 8,0
Calcio	0,4- 0,6	1,2- 1,6
Fosfatos	1,0- 3,0	2,0- 4,5
Lactato	2	6,4
Cloruros	1,1	1,1
Acidez titulable, % (calculada como ácido láctico)	0.16	0.35

Fuente: Panesar, P., Kennedy, D. Gandhi 2007

1.3.1.3 Proteínas del lactosuero.

Las proteínas presentes en el suero lácteo son: β -Lactoglobulina, α -Lactoalbúmina, Inmunoglobulina, Albúmina sérica bovina (BSA).

La proteína predominante del suero de la leche de origen bovino es la β -Lactoglobulina la cual está compuesta por 162 aminoácidos, de los cuales 84 son esenciales. (Hambreaeus 1984). Esta proteína presenta alta resistencia a la digestión gástrica en algunas personas, especialmente niños con alergia a la β -Lactoglobulina, debido a su compleja estructura, por lo que se aplica procesos térmicos como la esterilización, calentamiento o presión hidrostática alta y la hidrólisis que mejoran la digestibilidad de la misma. Esta proteína, está presente entre un 50% y 60% del total de la proteína del suero. (Pescumma, M., Herbet 2008).

Tabla 3. Composición de la proteína del suero lácteo.

PROTEINA	CONCENTRACION (g/L)
<i>B-lactoglobulina</i>	3.2
<i>Alfa-lactoalbumina</i>	1.2
<i>Inmonoglobulinas</i>	0.8
<i>BSA</i>	0.4
<i>Lactoferrina</i>	0.2
<i>Lactoperoxidasa</i>	0.03

Fuente: Van der Schans (2001)

Otras de las proteínas presentes en el lactosuero son:

- a) α -Lactoalbúmina: Comprenden el 1.2 g/L de la proteína total del suero de leche (lactosuero). En algunos países esta proteína es usada comercialmente para el desarrollo de fórmulas infantiles.
- b) Inmunoglobulinas: representan el 0.8 g/L del total de las proteínas del suero de leche. Este grupo de proteínas proporciona la inmunidad pasiva para los infantes. Constituyen el 75% de los anticuerpos en una persona adulta.
- c) Albúmina sérica bovina (BSA): fuente importante para la producción de glutatión en el hígado.
- d) Lactoferrina: agente antioxidante no enzimático. (Marshall 2004)

El valor biológico, el cual se define como la fracción de nitrógeno absorbido y retenido por el organismo, de las proteínas del lactosuero está entre 100 -120, el cual es superior al de la caseína que posee un valor biológico de 77 y de la misma forma es superior al valor biológico de la proteína de la soja el cual oscila entre 74 – 90; esto debido a su alto contenido de aminoácidos esenciales, por lo que ha sido utilizado durante muchos años como suplemento alimenticio. (Jovanovic 2005)

1.3.1.4 Funciones biológicas de las proteínas del lactosuero.

Entre las principales funciones de las proteínas del lactosuero destacan (Marshall 2004):

- ❖ Prevención del cáncer (mama, próstata y colon).
- ❖ Incremento de los niveles de glutatión.
- ❖ Actividad antimicrobiana y antiviral.
- ❖ Incremento de la respuesta de saciedad.
- ❖ Efectos inmunomoduladores.
- ❖ Actividad prebiótica.

1.3.1.5 Aplicaciones del lactosuero

Hasta la actualidad, se han realizado muchas investigaciones para aprovechar el lactosuero, de los cuales se han conseguido buenos resultados, como la alimentación de animales de granja, suero en polvo, producción de ácido láctico, alcohol, vinagre y varias bebidas a base de este. Algunas de las aplicaciones del lactosuero debido a su composición y características pueden ser:

- ❖ La elaboración de derivados lácteos principalmente queso como el Ricotta.

- ❖ Además de la fabricación de medios de cultivo para el crecimiento y desarrollo de microorganismos.
- ❖ Elaboración de alimentos para consumo animal tanto líquido como concentrado (Hernández, A., Alfaro, I., y Arrieta 2003)

La lactosa, componente principal del lactosuero presente en una concentración entre 45 – 50 g/L, tiene como fin ser hidrolizada para la elaboración de jarabes edulcorantes los mismos que pueden ser usados como sucesores parciales de leche y azúcar en productos como helados, confitería, aderezos, yogurt y otras bebidas de alto valor nutritivo. (García, G., Quintero, R., y López 2004)

Existen algunos métodos de hidrólisis empleados sobre la lactosa como: hidrólisis química, enzimática y acción del calor, sin embargo el tipo de hidrólisis más usado debido a su facilidad de empleo y nuevas tecnologías de inmovilización, es el enzimático mediante el uso de la enzima lactasa o β -galactosidasa que rompe el enlace β -1,4-glicosídico y libera glucosa y galactosa. (Alais 1985)

La elaboración de fórmulas infantiles diseñadas para semejar a la leche materna humana, la cual es una fuente principal de α – lactoalbúmina, en las fórmulas infantiles principalmente para los 6 primeros meses de vida se usa la α -lactoalbúmina y la β -Lactoglobulina, estas dos proteínas presentes en el lactosuero con un gran contenido de aminoácidos esenciales (Gil 2010).

1.3.2 Bebida de leche fermentada

1.3.2.1 Definición

Es el proceso de acidificación intencional de la leche mediante el proceso de fermentación por medio de la inoculación de microorganismos específicos que dan como resultado la disminución del pH con o sin coagulación.

Una bebida de leche fermentada es un producto de consistencia fluida que resulta de la mezcla de leche fermentada con otros derivados lácteos y microorganismo viables. (INEN 2012)

1.3.2.2 Composición y clasificación

Las bebidas de leche fermentada según la norma INEN 2608 se clasifican de la siguiente manera:

Por su proceso:

- Pasteurizada
- Ultrapasteurizada
- Esterilizada

De acuerdo al contenido de lactosa:

- Baja en lactosa o deslactosada
- Parcialmente deslactosada

La composición de las bebidas de leche fermentada según la norma INEN2608 se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. Composición de las bebidas de leche fermentada

REQUISITOS	MIN	MAX
Materia grasa láctea %	-	3.0
Proteína láctea	1.6	-
Lactosa en el producto parcialmente deslactosado %	-	1.4
Lactosa en el producto bajo en lactosa %	-	0.85

Fuente: INEN 2608 (2012)

1.3.3 La Pasteurización

La pasteurización es un tratamiento térmico de baja intensidad, con temperaturas inferiores a 100°C, cuyo objetivo principal es destruir células vegetativas y esporas de hongos y levaduras. A diferencia de la esterilización este tratamiento se combina generalmente con otros tratamientos de preservación como el curado, salado, acidificado, refrigeración, entre otros, lo que permitirá al producto extender su vida útil. (CASP A. et. al., Procesos de Conservación de Alimentos, Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España, 2003.)

La selección del tratamiento térmico correcto a emplear depende de diferentes factores, entre los principales a considerar están las características del alimento y el microorganismo más termo resistente a eliminar.

La pasteurización tiene diferentes objetivos según el tipo de alimento al que se aplique. Generalmente en los alimentos poco ácidos, como la leche líquida (pH > 4.5), se requiere principalmente destruir la flora patógena y la flora banal,

consiguiendo un producto de corta conservación pero con características organolépticas muy similares a la de la leche cruda.

Los microorganismos patógenos más importantes en el caso de la leche son el *Mycobacterium tuberculosis*, *Coxiellaburnettii*, *Listeria Monocytogenes*, *Salmonella Typha y Paratyphi*, *Brucillus Melitensis*, *Streptococcus* y *Staphylococcus*; considerándose el *Coxiela burnetti* como el más termo resistente y en consecuencia se lo considera referente al momento de determinar las condiciones de tiempo y temperatura en el proceso térmico, ya que cualquier tratamiento que logre destruirlo garantiza eliminar el resto de contaminantes. (CASP A. et. al., Procesos de Conservación de Alimentos, Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España, 2003.)

1.3.3.1 Métodos de pasteurización

Pasteurización discontinua

Este tipo de pasteurización discontinua (batch) se realiza en tanques enchaquetados individuales de capacidad entre 0.2 y 1.5m³. Generalmente son de acero inoxidable, formados por una camisa por donde circula el medio de calefacción o de enfriamiento. El alimento es vertido directamente o mediante tuberías en la parte superior del tanque y se vacía mediante un grifo o válvula en la parte baja del mismo. Este proceso se realiza a baja temperatura durante un tiempo largo (LTLT: low temperatura-long time); que para el caso de la leche sería de 63°C durante 30 minutos. (LÓPEZ EUGENIO, et al, Construcción de un Pasteurizador Utilizando los Intercambiadores de Placas Disponibles en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas y Estudio de las Variable de Transferencia de Calor, Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Guayaquil, 2003)

Las características nutricionales de las bebidas lácteas, hacen que sean un ambiente ideal para el crecimiento de una gran variedad de microorganismos, por lo tanto se investigaron cuatro microorganismos más termo resistentes presentes en la leche y productos lácteos.

Tabla 5. Parámetros cinéticos de microorganismo presentes en productos lácteos

Microorganismo	D (min)	Z (C)	Temperatura (°C)
<i>Salmonella serovars</i>	0.56	5.6	65.6
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.9	9.5	60
<i>Listeria Monocytogenes</i>	0.58	5.5	63.3
<i>Coxiella burnetti</i>	2.5	4.34	63

Fuente: Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies – FDA

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DE DISEÑO

La parte experimental de este proyecto fue desarrollada en las instalaciones del Laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

2.1 Materiales

Materia Prima:

Bebida Base

- Leche cruda (3,4 % materia grasa)
- Inóculo. Fermento láctico (*Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* y *Lactobacillus del brueckii ssp. bulgaricus*) (ANEXO I y II)
- Estabilizante (gelatina sin sabor).
- Lactosuero dulce (LSA) (pH 6,8 – 6,4, acidez 0.14%).

Producto Saborizado

- Azúcar blanca.
- Colorante natural Anato (A-260-WS) líquido soluble.
- Saborizante- aromatizante durazno.

Reactivos

- NaOH 0.1N estandarizada.
- Fenolftaleína 0.5%.

Equipos

- Licuadora.
- Marmita
- Balanza analítica
- Termómetro.
- pH metro.

2.2 Método

El desarrollo del producto tuvo las siguientes etapas:

- Diseño del Experimento y Formulación de la bebida de leche fermentada.
- Elaboración del producto.
- Análisis Microbiológicos y Prueba Sensorial.

- Caracterización físico-química del producto seleccionado.

2.2.2 Diseño Experimental

Se evaluó el efecto del factor concentración de suero de leche en la elaboración de la bebida láctea fermentada. Para este fin se consideraron 3 concentraciones de lactosuero T1:25%, T2:50% y T3:75% L lactosuero/L bebida fermentada. Cada evaluación se la realizó por triplicado. El factor principal para la elección del porcentaje idóneo de lactosuero a utilizar en la elaboración de la bebida láctea fermentada fueron los resultados obtenidos en la evaluación sensorial realizada. Estos resultados experimentales fueron comparados mediante un análisis de varianza (ANOVA).

Factores y Niveles de Estudio

En la Tabla 6 se muestran los factores con sus respectivos niveles. Los % de suero de leche se escogieron de acuerdo a información obtenida de estudios previos realizados en Honduras. (Quevedo 2014)

Tabla 6. Factores y niveles del arreglo factorial

TRATAMIENTOS	FACTOR % DE SUERO DE LECHE
<i>T1</i>	25%
<i>T2</i>	50%
<i>T3</i>	75%

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

2.2.3 Formulación

El ensayo preliminar fue realizado con tres diferentes porcentajes de suero dulce líquido con iguales cantidades de azúcar, fermento, gelatina, saborizante y colorante.

Tabla 7. Contenido de ingredientes en los tres tratamientos (%)

Tratamiento	Suero de Leche (%)	Leche (%)	Fermento Lácteo (%)	Azúcar (%)	Gelatina (%)	Sabor (%)	Color (%)
T1	21.81	65.44	0.01	12.31	0.26	0.17	0.003
T2	43.62	43.62	0.01	12.31	0.26	0.17	0.003
T3	65.44	21.81	0.01	12.31	0.26	0.17	0.003

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

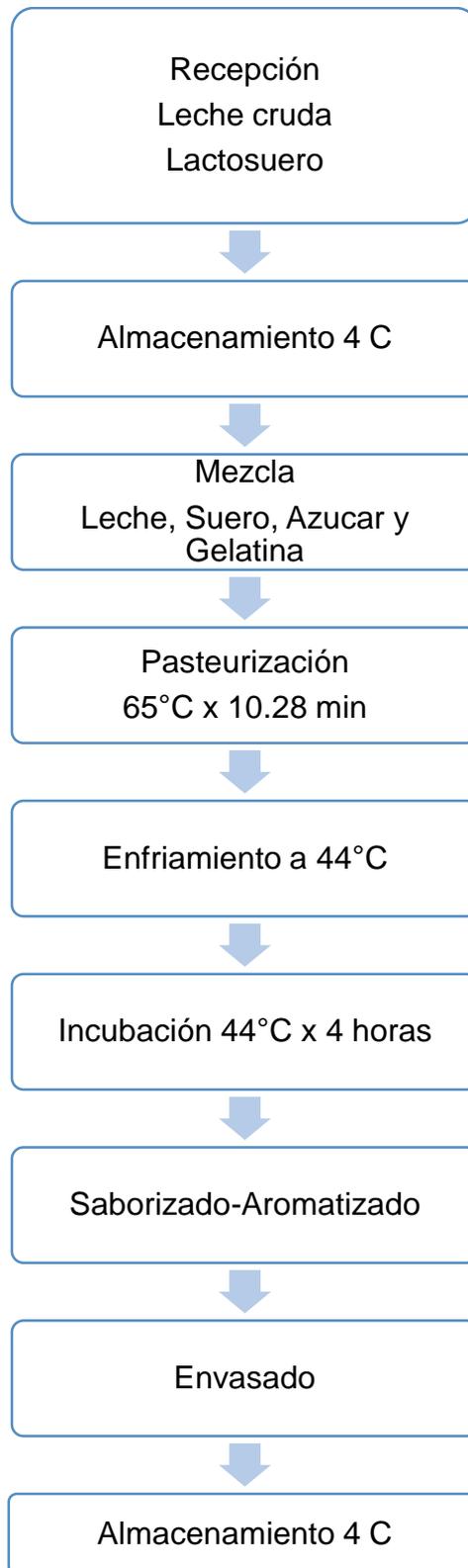
2.2.4 Elaboración de la bebida de leche fermentada.

El lactosuero dulce utilizado en proceso de elaboración de las diferentes fórmulas, presento un rango de pH entre 6,4 – 6,8 y leche cruda entera con un porcentaje de grasa de 3,4 %. Se procedió a mezclar la leche con el suero en diferentes proporciones de acuerdo al diseño experimental, y se añadió azúcar y gelatina como estabilizante en las cantidades mencionadas en la Tabla 7.

Posteriormente se pasteurizó la mezcla a en una marmita y se enfrió hasta 44°C. Cuando la mezcla alcanzó esta temperatura se inoculó con el fermento láctico acorde especificación del fabricante CHR HANSEN. Se procedió a incubar la mezcla durante 4 horas a 44°C hasta lograr un pH 4-4.6.

A continuación, la bebida de leche fermentada fue saborizada - aromatizada y se le agregó colorante anato, estos dos del proveedor CHR HANSEN.

Gráfico 1. Diagrama de Proceso: Elaboración de bebida láctea fermentada.



Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

2.2.4.1 Recepción de Materia prima

En el Gráfico 1 se observa que las materias primas a ser utilizadas (leche, suero de leche, azúcar, fermento lácteo, saborizante y colorante), cumplan con los parámetros de calidad requeridos.

2.2.4.2 Almacenamiento

Se almacenan la leche y el suero por separado en dos tanques de acero inoxidable refrigerados a 4°C que mantendrán la temperatura hasta se usados.

2.2.4.3 Mezcla

Se mezcla leche, suero, azúcar y gelatina en tanque doble camisa con agitador de paletas, cuyos cálculos de potencia se muestran más adelante.

2.2.4.4 La Pasteurización

La pasteurización se la realiza en el mismo tanque doble camisa de la etapa de mezcla. En esta etapa se eliminara la *Coxiella burnetti* que es el microorganismo más termo resistente a combatir.

Calculo del F_0

El valor Z y D son una característica propia de cada microorganismo, mientras mayor sea el valor Z y D mayor será la termo resistencia del microorganismo, por tener el mayor valor D y por ser considerado como un riesgo para la salud pública se eligió *Coxiella burnetti* con un $Z = 4.3$ °C y un $D = 2.5$ min, ya que cualquier tratamiento que lo destruya habrá sido capaz de destruir al resto de microorganismos. (CASP A, 2003)

Teniendo como referencia una pasteurización LTLT: baja temperatura - largo tiempo, que para el caso de la leche es de 63°C durante 30 minutos, la cual logra destruir los microorganismos patógenos, sin afectar las proteínas de la leche.

Y por otro lado, se recomienda para alimentos poco ácidos, como la leche, que la probabilidad de supervivencia de patógenos sea de 10-12 o menor, lo que corresponde a un tiempo mínimo de proceso igual a 12 ciclos, con lo que se conseguiría un 99,9999999999% de destrucción de los microorganismos iniciales.

En términos de destrucción térmica el tiempo mínimo de residencia se denomina F. En el caso de la bebida de leche fermentada, el tiempo mínimo de pasteurización se basa en la reducción de la concentración del microorganismo patógeno más termo resistente (*Coxiella burnetti*) con $D_{63} = 2.5$ min y $z = 4.3$ ° C (Kinetics of Microbial Inactivation for Alternative Food Processing Technologies – FDA) y se calcula como sigue:

$$F_{63} = v s D_{63}$$

$$F_{63} = (12)(2.5 \text{ min})$$

$$F_{63} = 30 \text{ min}$$

El tiempo de 30 minutos corresponde cuando se trabaja a una temperatura de 63°C. Cuando la temperatura de pasteurización del proceso es diferente de la referencia, la equivalencia entre los tiempos de retención con una temperatura de 65°C se determina así:

$$F_T = F_{63} \times 10^{\frac{63-T}{z}}$$

$$F_{65} = 30 \text{ min} \times 10^{\frac{63-65}{4.3}}$$

$$F_{65} = 10.28 \text{ min}$$

Finalmente nuestra etapa de pasteurización ocurre bajo las siguientes condiciones
Tiempo = 10.28 min y una Temperatura de 65°C.

2.2.4.5 Enfriamiento

Luego de la pasteurización la mezcla se enfría hasta 44°C, esta etapa se da en el mismo tanque doble camisa por medio de agua a temperatura ambiente.

2.2.4.6 Incubación

Se inocula la mezcla con el fermento láctico (*Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* y *Lactobacillus del brueckii ssp. bulgaricus*), se mantiene la temperatura de 44°C por 4 horas hasta tener un pH de 4.5 ± 0.1 .

2.2.4.7 Caracterizado

Una vez constituida la bebida de leche fermentada se le añade el color anato (0,003%) y sabor a durazno (0,174%) como se detalla en la formulación del producto.

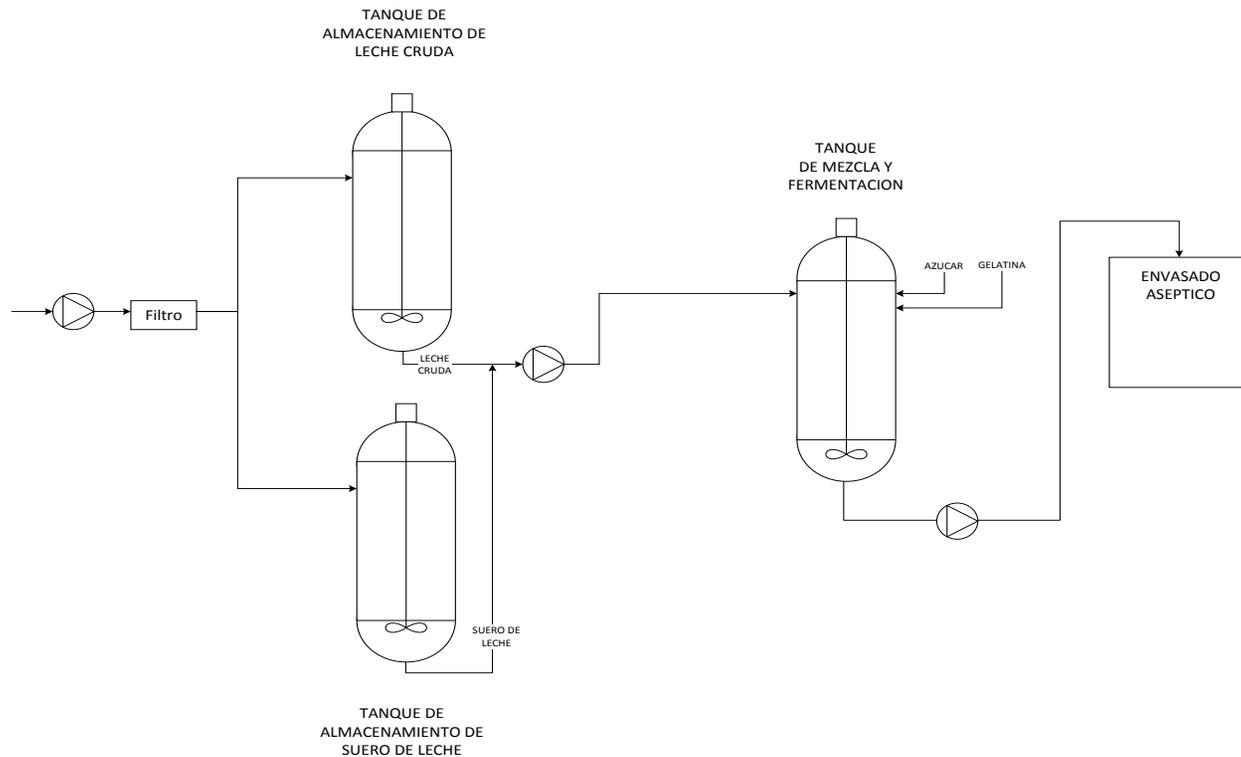
2.2.4.8 Envasado

La finalidad del envase es la de contener, proteger y conservar los alimentos. El empaque debe ser resistente, impermeable y de material que no reaccione con el producto. Se envasa en fundas de polietileno de baja densidad (PEBD).

2.2.4.9 Almacenamiento

Finalmente se almacena en una bodega a 4°C hasta su distribución.

Gráfico 2. Diagrama de Equipos: Elaboración de bebida láctea fermentada.



Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

En el Gráfico 2, se observa el diagrama de equipos utilizados para la elaboración de la bebida láctea fermentada; el cual inicia en la etapa de recepción de materias primas (lactosuero y leche), pasan a sus tanques de almacenamiento respectivamente, para posteriormente ser mezclados con los demás ingredientes en el tanque de mezcla de doble camisa, donde luego se realiza la pasteurización y finalmente se procede con el envasado aséptico del producto.

2.2.5 Prueba Sensorial

Prueba Nivel de Agrado (Aceptación)

El objetivo de esta prueba fue evaluar el comportamiento sensorial de los tratamientos aplicados para la elaboración de la bebida fermentada, medir el nivel de agrado del consumidor y elegir la muestra con mayor aceptación para su caracterización físico-química y análisis microbiológicos. Para la realización de este tipo de evaluación sensorial se requiere un gran número de evaluadores para considerar los datos como representativos, de acuerdo a lo establecido por Lawsless (Lawsless 1999) se recomienda emplear de 50 - 70 evaluadores como lo mínimo.

Las bebidas lácteas fermentadas sabor durazno fueron analizadas sensorialmente por un grupo de 50 jueces consumidores, estudiantes y docentes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, de ambos sexos entre 18 - 60 años a los cuales se les pidió que evaluaran primero 3 características del producto: apariencia, sabor y dulzor, y en segundo lugar indicaran cual preferirían. (ANEXO III)

La evaluación se llevó a cabo en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción de la ESPOL. Se utilizó una escala hedónica de 7 puntos para cada característica, como se observa en la Tabla 8.

Tabla 8. Escala Hedónica

SABOR	APARIENCIA		DULZOR	
Me gusta mucho	1	Muy Liquida	1	Poco Dulce
Me gusta moderadamente	2		2	
Me gusta poco	3		3	
Ni me gusta ni me disgusta	4		4	
Me disgusta poco	5		5	
Me disgusta moderadamente	6		6	
Me disgusta mucho	7	Muy espesa	7	Muy Dulce

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Se sirvió 1,5 onzas de cada muestra (T1, T2, T3) en vasos de plástico de 2oz y cada vaso fue codificado con números aleatorios de 3 dígitos con el fin de no influir en el criterio de los jueces. (Sancho 1999)

Tabla 9. Codificación de muestras.

MUESTRA	CÓDIGO
<i>T1</i>	283
<i>T2</i>	946
<i>T3</i>	527

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

La temperatura de las muestras fue 5°C al momento de servir las. Se colocó agua y galletas en los paneles de cada juez, con el objetivo de limpiar el paladar y eliminar el sabor residual entre muestras.

A cada participante del panel se le entregó de un cuestionario (ANEXO IX) y se les pidió que evalúen las muestras en orden de izquierda a derecha. (Pedredo 1989).

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA).

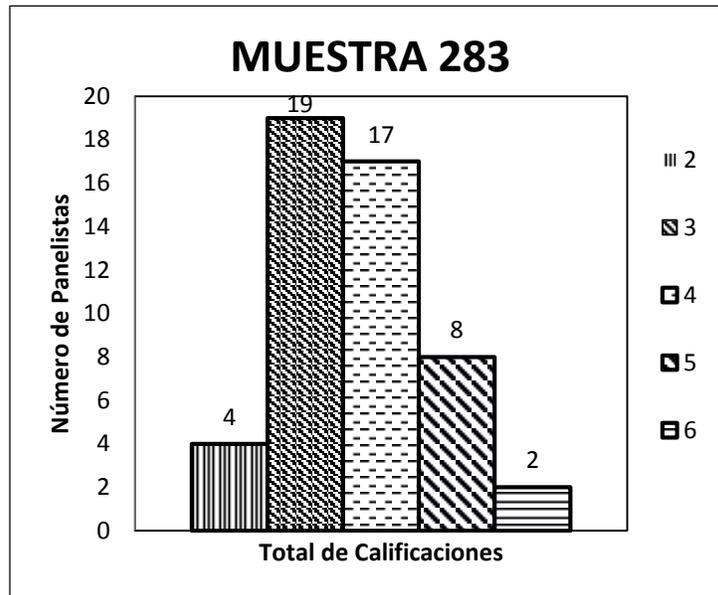
2.2.6 Análisis Sensorial

Mediante este análisis se evaluó la opinión a través de una prueba de aceptación de los 3 tratamientos planteados, se calificaron 3 características: apariencia, sabor y dulzura, y se eligió la muestra con mayor aceptación de compra.

Con una escala hedónica de 7 puntos, se pudo observar una tendencia la cual indicaba que a mayor nivel de lacto suero en la formulación, la preferencia disminuye.

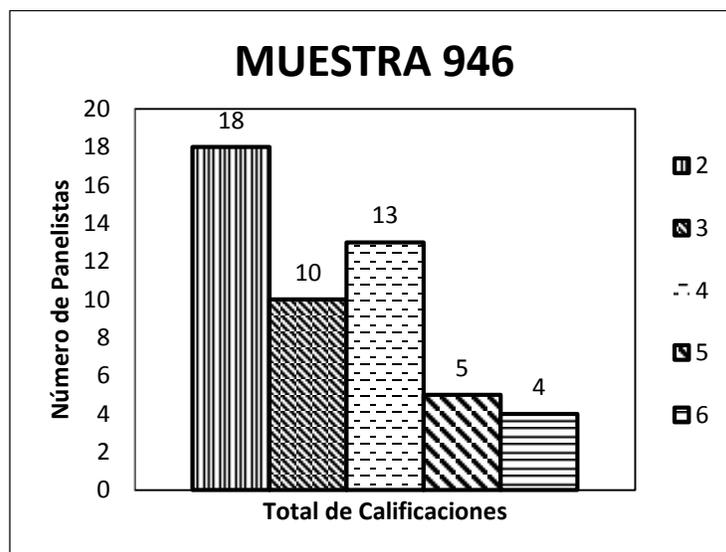
2.2.6.1 Apariencia de las muestras.

Los siguientes gráficos muestran los resultados con la calificación de Apariencia para las diferentes muestras dada por los jueces:



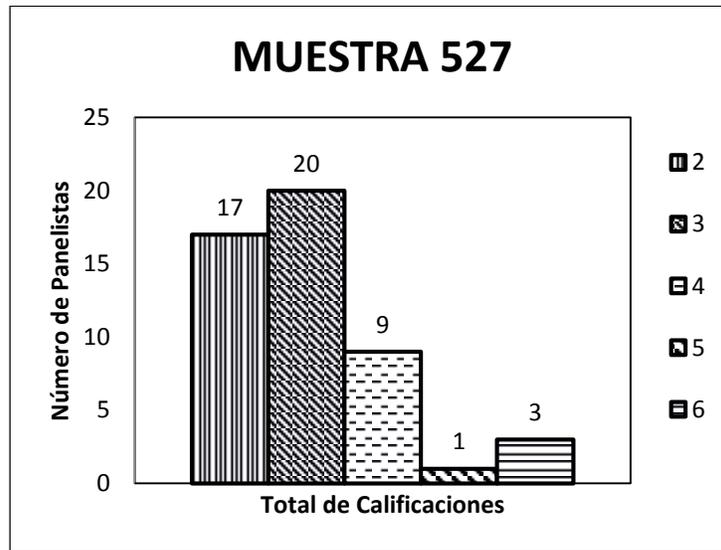
Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Gráfico 3. Calificaciones acumuladas de apariencia Muestra 283



Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Gráfico 4. Calificaciones acumuladas de apariencia Muestra 946



Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Gráfico 5. Calificaciones acumuladas de apariencia Muestra 527

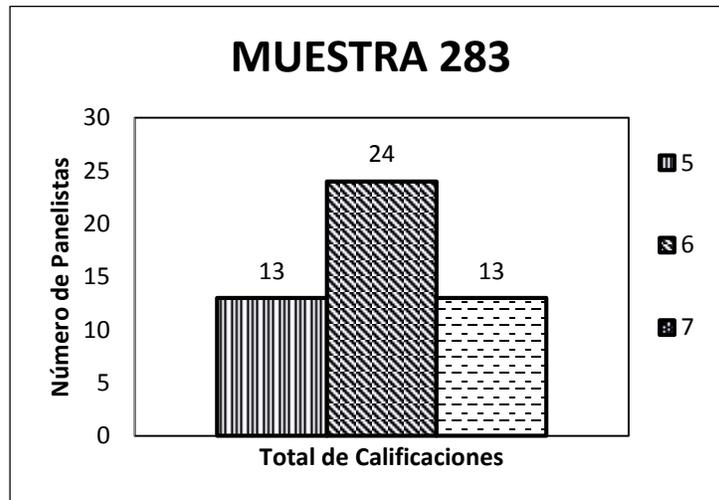
Tabla 10. Análisis de Varianza (ANOVA) Característica: Apariencia

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
283	50	184	3,68	0,99		
946	50	149	2,98	1,28		
527	50	124	2,48	0,99		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	36,33	2	18,17	16,65	3,02E-07	3,06
Dentro de los grupos	160,34	147	1,09			
Total	196,67	149				

Fuente: Michelle Romero/Michael Fajardo

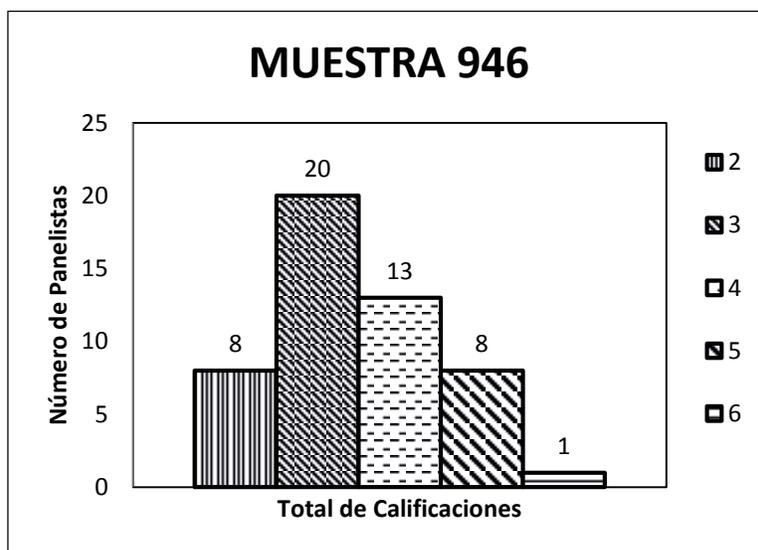
2.2.6.2 Sabor de las muestras.

Los siguientes gráficos muestran los resultados con la calificación de Sabor para las diferentes muestras dada por los jueces:



Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

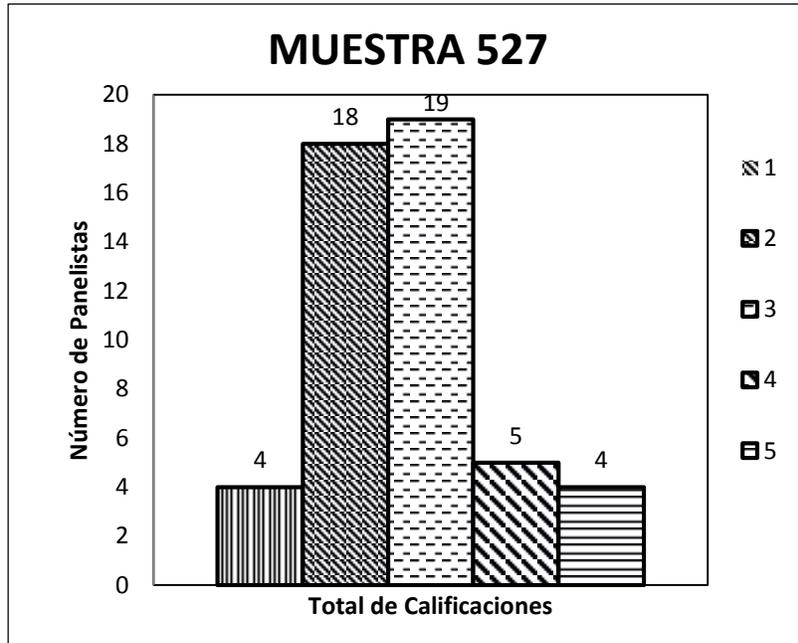
Gráfico 6. Calificaciones acumuladas de sabor Muestra 283



Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Gráfico 7. Calificaciones acumuladas de sabor Muestra 946

Gráfico 8. Calificaciones acumuladas de sabor Muestra 527



Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Gráfico 8. Calificaciones acumuladas de sabor Muestra 527

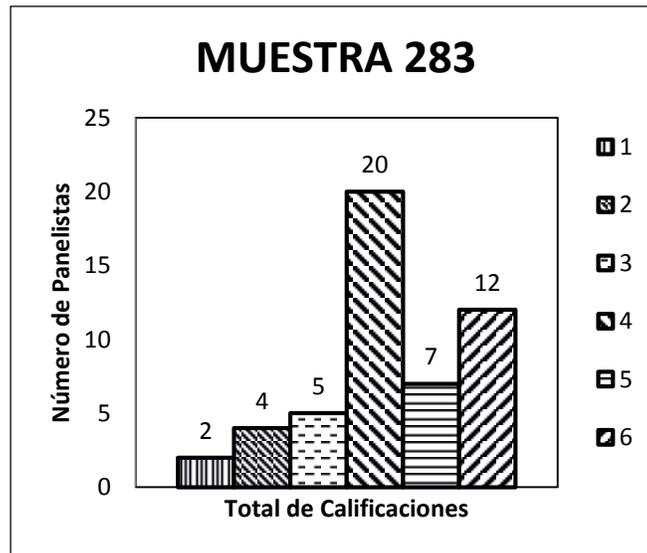
Tabla 11. Análisis de Varianza (ANOVA) Característica: Sabor

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
283	50	300	6	0,53		
946	50	174	3,48	1,03		
527	50	137	2,74	1,05		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	292,09	2	146,05	167,59	1,21E-38	3,06
Dentro de los grupos	128,1	147	0,87			
Total	420,19	149				

Fuente: Michelle Romero/Michael Fajardo

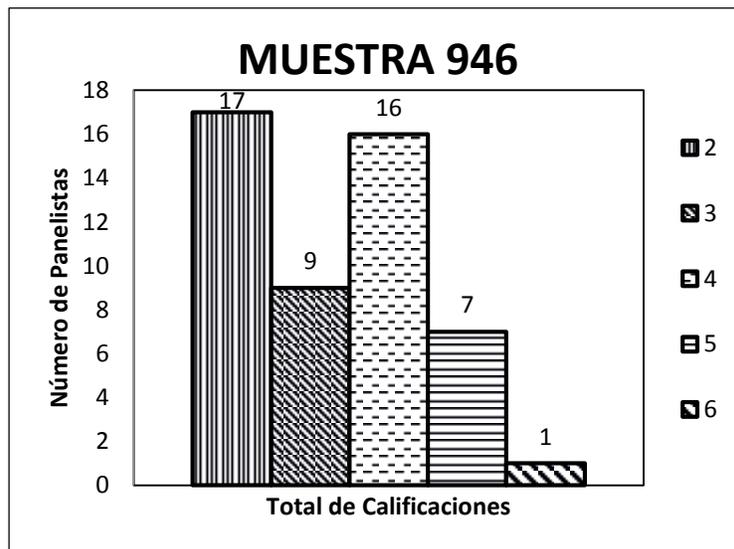
2.2.6.3 Dulzor de las muestras.

Los siguientes gráficos se muestran los resultados con la calificación de Dulzor para las diferentes muestras dada por los jueces:



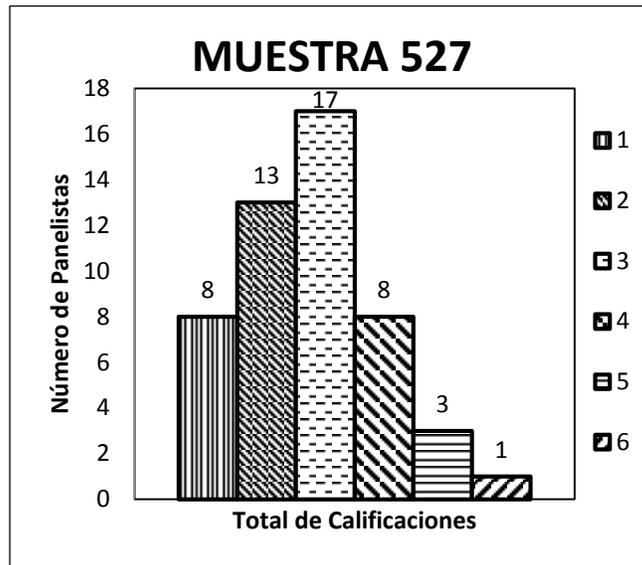
Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Gráfico 9. Calificaciones acumuladas de dulzor Muestra 283



Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Gráfico 10. Calificaciones acumuladas de dulzor Muestra 946



Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Gráfico 11. Calificaciones acumuladas de dulzor Muestra 527

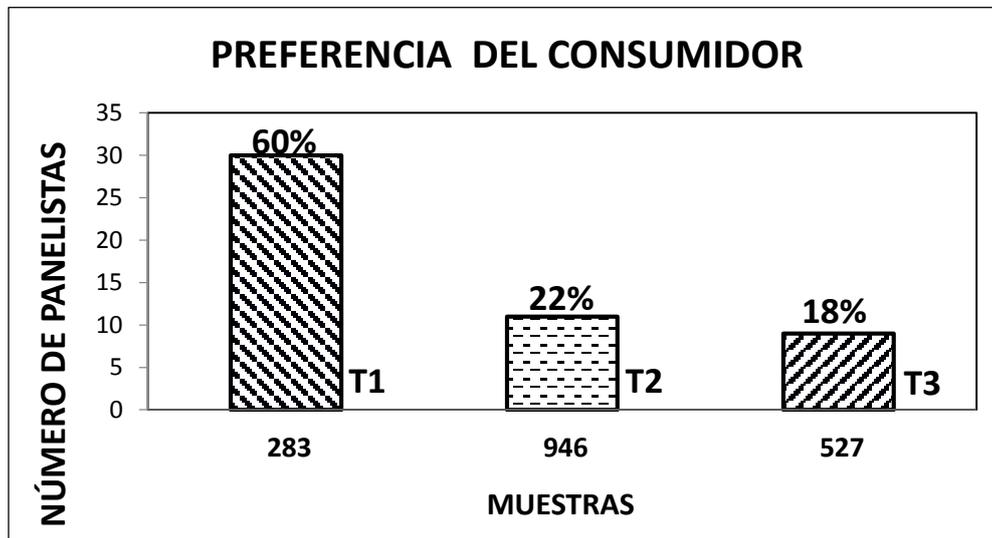
Tabla 12. Análisis de Varianza (ANOVA) Característica: Dulzor

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
283	50	212	4,24	1,85		
946	50	166	3,32	1,32		
527	50	138	2,76	1,45		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	55,84	2	27,92	18,07	9,61E-08	3,06
Dentro de los grupos	227,12	147	1,54			
Total	282,96	149				

Fuente: Michelle Romero/Michael Fajardo

2.2.6.3 Grado de preferencia para los diferentes tratamientos

El Gráfico 12, muestra el grado de preferencia para los diferentes tratamientos, en la cual se han acumulado el puntaje obtenido en su calificación.



Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Gráfico 12. Grado de preferencia de los diferentes tratamientos

2.2.7 Análisis Microbiológicos

Los análisis microbiológicos se los realizó una vez que se determinó la fórmula de mayor aceptación T1.

Dentro de la caracterización microbiológica realizada a la muestra elegida se determinó: *Coliformes totales*, *Recuento de Escherichia Coli*, *Mohos y Levaduras*, y *Staphylococcus Aureus*. Además de microorganismos patógenos como *Salmonella Spp.* y *Listeria Monocytogenes*, debido a que el producto contiene lactosuero.

Se presenta un resumen de análisis microbiológicos en la Tabla 13. Análisis Microbiológicos; donde se observan los límites de tolerancia (requisitos) para cada microorganismo y el método empleado para la identificación de los mismos.

2.2.7.1 Determinación de *Coliformes totales* / *Escherichia Coli*

Las bacterias coliformes tienen forma bacilar, son gram negativas, aerobias y anaerobias facultativas, móviles e inmóviles. Este grupo de bacterias es utilizado como indicador del grado de higiene. (INEN 1529-7)

Procedimiento

Las Placas 3M™ Petrifilm™ son métodos reconocidos por la AOAC™ INTERNATIONAL como Métodos Oficiales de Análisis (OMA). Para este análisis de conteo de *Coliformes totales / Escherichia Coli* se utilizan Placas 3M™ Petrifilm™ E. coli/Coliformes, donde se prepara la muestra pesando 10ml del producto en 90ml del medio de cultivo (peptona), y se procede a sembrar en las placas. Se obtienen resultados rápidos y precisos, se incuba a 36°C por 24-48 h. Los coliformes confirmados son colonias rojas y azules que presentan burbujas de gas. E. coli se consideran las colonias azules asociadas a burbujas de gas. (INEN 1529-7).

2.2.7.2 Determinación de Mohos y Levaduras

Los mohos son microorganismos aerobios mesófilos filamentosos y crecen de forma plana o esponjosa. Las levaduras son microorganismos aerobios mesófilos que crecen a 25 C, sus colonias son redondas que pueden ser mates o brillantes, las mismas que crecen en la superficie del medio. (INEN 1529-10)

Procedimiento

Para este análisis de conteo de *Mohos y Levaduras* se utilizan Placas 3M™ Petrifilm™ para recuento de Mohos y Levaduras, donde se prepara la muestra pesando 10ml del producto en 90ml del medio de cultivo (peptona), y se procede a sembrar en las placas. Se obtienen resultados rápidos y precisos, se incuba a 30°C por 3-5 días. Se considera en el momento del conteo a las colonias pequeñas verde- azuladas como levaduras; mientras que para mohos suelen mostrarse colonias grandes, con colores variables, presentan un foco central y bordes difusos.

2.2.7.3 Determinación de *Staphylococcus Aureus*

Presentan forma de cocos, generalmente agrupados en racimos, inmóviles. Pertenecen a la familia *Micrococcaceae* y al género *Staphylococcus*, cuyos miembros tienen la forma de cocos que generalmente se agrupan formando racimos, inmóviles. Son gram positivos, aerobios y anaerobios facultativos, con una temperatura óptima de incubación de 37° C. Producen exotoxinas como la hemolisina y la enterotoxina. (INEN 1529-14)

Procedimiento

Para este análisis de conteo de Mohos y Levaduras se utilizan Placas 3M™ Petrifilm™ Staph Express, donde se prepara la muestra pesando 10ml del producto en 90ml del medio de cultivo (peptona), y se procede a sembrar en las placas. Se obtienen resultados rápidos y precisos, se incuba a 36°C por solo 22h.

Se considera en el momento del contaje a las colonias rojo-violeta presentes en el petrifilm.

2.2.7.4 Determinación de *Listeria Monocytogenes* y *Salmonella Spp.*

Listeria Monocytogenes es un microorganismo patógeno, que se transmite a través de los alimentos, y que crece lentamente a temperaturas refrigeradas. Generalmente se presenta en alimentos como carnes y hortalizas crudas. Esta enfermedad puede causar graves afecciones, especialmente a personas inmunodeprimidas y mujeres embarazadas.

Procedimiento

Para este análisis de identificación de *Listeria Monocytogenes* y *Salmonella Spp.*, se utiliza el Systema de DuPont Qualicon BAX® DETERMINACIÓN DE *LISTERIA MONOCYTOGENES* 24E POR PCR y el Systema de DuPont Qualicon BAX® DETERMINACIÓN DE *SALMONELLA SPP.* POR PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) respectivamente. El procedimiento inicia con un pre enriquecimiento preparando las muestras, para lo cual se pesan 25ml de la misma en medio de cultivo 24 LEB para *Listeria M.* y 25 ml de muestra en medio de cultivo caldo lactosado para *Salmonella Spp.*, posteriormente se proceden a incubar por 24h a 36°C. Luego se lleva a cabo el protocolo de BAX, donde se preparan las muestras para ser analizadas mediante un software basado en la determinación por PCR, que identifica la presencia o ausencia del patógeno en la muestra analizada.

Tabla 13. Análisis Microbiológicos.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	REQUISITO	MÉTODO DE ENSAYO
* <i>Staphylococcus Aureus</i>	ufc/ml	-	<100	Placas 3M™ Petrifilm™ Staph Express
<i>Escherichia Coli</i>	ufc/ml	-	<10	Placas 3M™ Petrifilm™ <i>E. coli/Coliformes</i>
<i>Coliformes Totales</i>	ufc/ml	-	<10	Placas 3M™ Petrifilm™ <i>E. coli/Coliformes</i>
<i>Mohos y Levaduras</i>	ufc/ml	-	<200	3M™ Petrifilm™ Placas para recuento de <i>Mohos</i> y <i>Levaduras</i>
* <i>Listeria Monocytogenes</i>	Ausencia/ 25g	-	Ausencia/25g	Systema de DuPont Qualicon BAX® DETERMINACIÓN DE <i>L.</i> <i>MONOCYTOGENES</i> 24E POR PCR
* <i>Salmonella Spp.</i>	Ausencia/ 25g	-	Ausencia/25g	Systema de DuPont Qualicon BAX® DETERMINACIÓN DE <i>SALMONELLA SPP.</i> POR PCR

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

2.2.8 Análisis Físico-Químicos

Los análisis físico-químicos se los realizó una vez que se determinó la fórmula de mayor aceptación T1. En esta muestra se determinó: pH, acidez, proteína, grasa, carbohidratos, humedad, cenizas, sodio, azúcares y colesterol. En la Tabla 14, se observan los diferentes parámetros analizados, cada uno con su límite de tolerancia (requisitos) y el método empleado para el análisis de cada parámetro.

Tabla 14. Análisis físico-químicos

PARÁMETRO	RESULTADO	REQUISITOS	MÉTODO
pH	-	4 – 4.6	Potenciómetro Mettler Toledo
Acidez (expresada en % Ac, láctico)	-	0.16 máx.	NORMA INEN 13
Proteína	-	1.6 min.	MilkoScan™ FT1
Grasa	-	3.0 máx.	MilkoScan™ FT1
Carbohidratos totales	-	-	MilkoScan™ FT1
Sodio	-	-	-
Azúcares	-	-	-
Colesterol	-	-	-

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

2.2.8.1 Determinación del pH

El pH de un alimento se mide a través de una escala numérica que nos indica la acidez o basicidad de un alimento. El pH indica la concentración de iones de hidrogeno presentes en el alimento.

Procedimiento para determinación del pH

Se procedió a vaciar 10 ml de muestra en un vaso de precipitación, a una temperatura de 20°C, luego se colocó el sensor del potenciómetro dentro del vaso, asegurándose que el sensor quede completamente cubierto por la muestra; y finalmente se registró el resultado obtenido en la pantalla digital del equipo.

2.2.8.2 Determinación de acidez titulable

En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres o contenido de ácido láctico. (INEN 13)

Procedimiento para determinación de acidez titulable

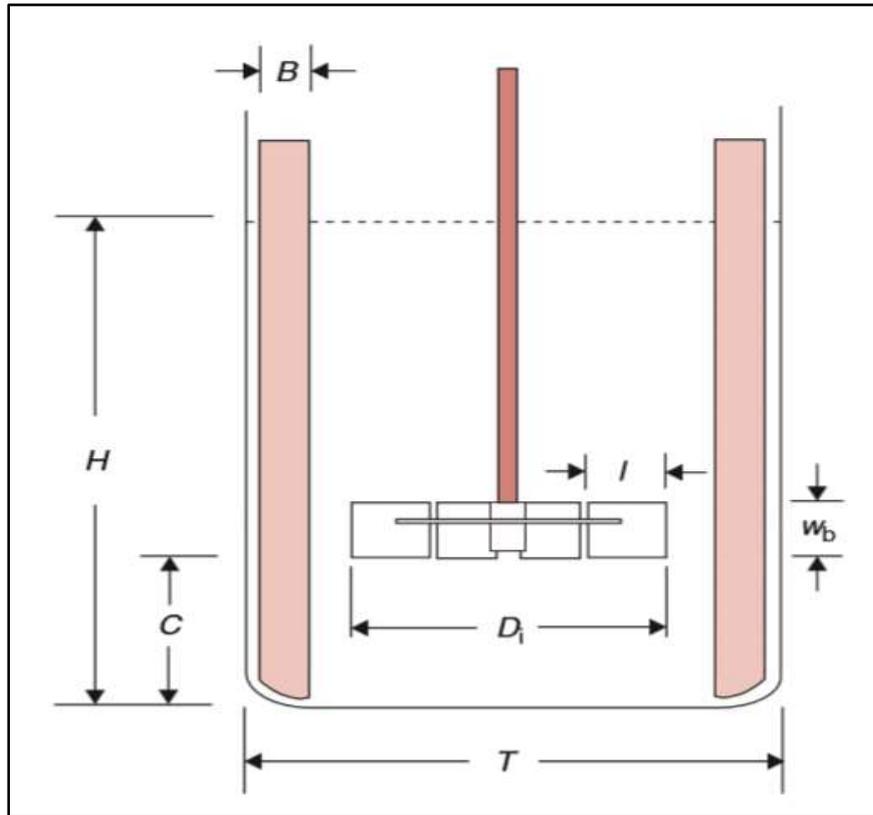
Para determinar la acidez se usa la titulación, empleando una solución 0,1 N de hidróxido de sodio y fenolftaleína como indicador. La muestra debe estar a 20 C para realizar la titulación, los cálculos y resultados se realizan de acuerdo al consumo de hidróxido de sodio. (INEN 13)

2.2.8.3 Determinación del contenido de grasa, proteína y carbohidratos totales

Por medio del MilkoScan TM FT1, se procedió a analizar los principales componentes del producto, como contenido de grasa, proteína y carbohidratos totales; para lo cual se preparó una dilución de las muestra y se analizó siguiendo el protocolo de uso del equipo donde se coloca la muestra en un tubo plástico de 20 ml y se procedió a correr la muestra en el MilkoScan.

2.2.9 Cálculo de Potencia de los agitadores

En el Gráfico 13, se muestra un esquema de uno de los tanques con agitación seleccionados para el presente proyecto y las ecuaciones a ser usadas en los cálculos de la potencia de los agitadores:



Fuente: Introduction to Food Engineering, Paul Singh (2012)

Gráfico 13: Esquema de tanque con agit

Donde:

T: Diámetro interno de marmitta

B: Ancho de deflectores

H: Altura del líquido antes de ser mezclado

Di: Diámetro del agitador

C: Separación entre el fondo de la marmitta y el agitador

Wb: Altura de las paletas

N: Revoluciones por segundo

Las ecuaciones a usarse en el cálculo de dimensiones de los tanques con agitación y la potencia del motor del agitador son las siguientes:

Cálculo de diámetro de marmitta:

$$v = \frac{\pi \times D^3}{2}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{2 \times V}{\pi}}$$

$$L = 2D$$

En la Tabla 18 se muestra las relaciones entre las dimensiones de los tanques con agitador, esto con el fin de facilitar el cálculo de las medidas tanto del tanque como del agitador:

Tabla 18. Relación de dimensiones

Typical Geometric Ratios of Commonly Used Impellers

Ratio	Typical Range	Ratios for a "standard" agitating system
H/T	1-3	1
D_i/T	$1/4-2/3$	$1/3$
C/T	$1/4-1/2$	$1/3$
C/D_i	~1	1
B/T	$1/12-1/10$	$1/10$
w_b/D_i	$1/8-1/5$	$1/5$

Fuente: Introduction to Food Engineering, Paul Singh (2012)

Número de Reynolds

$$Re = \frac{\rho \times N \times Di^2}{\mu}$$

Donde:

ρ = Densidad del fluido

N= número de revoluciones por segundo

Di= diámetro del agitador

μ = viscosidad del fluido

Número de Froude

$$Nfr = \frac{N^2 \times Di}{g}$$

Donde:

N= número de revoluciones por segundo

Di= diámetro del agitador

g = gravedad

Potencia de la bomba

$$Pt = Np \times \rho \times N^3 \times Di^5$$

Donde:

Np = es el número de potencia y es determinado gráficamente mediante el número de Reynolds y el tipo de agitador.

ρ = densidad

N = número de revoluciones por segundo

Di = diámetro del agitador

2.3.0 Diseño de bombas de la línea de producción

Cálculos de potencia de bombas

Las ecuaciones usadas en los cálculos de la potencia de las bombas son las siguientes:

Número de Reynolds:

$$Re = \frac{4 \times \dot{m}}{\mu \times \pi \times \phi}$$

El número de Reynolds es usado para determinar si el fluido posee un flujo laminar o un flujo turbulento, donde:

\dot{m} = flujo másico

μ = viscosidad del fluido

ϕ = diámetro interno de la tubería obtenido mediante el diámetro nominal

Factor de fricción:

Si el flujo es laminar: $f = \frac{16}{Re}$

Si el flujo es turbulento: 1) Se determina la rugosidad (e) del material de las tuberías.

Para el cálculo de las bombas en el presente proyecto, se escogió tuberías de acero inoxidable por lo tanto la rugosidad "e" es igual a 0.0000457 (Introduction to Food Engineering).

2) Una vez determinada la rugosidad del material se procede a calcular la rugosidad relativa mediante la siguiente fórmula:

$$\text{rugosidad relativa} = \frac{e}{\phi}$$

Donde:

Φ = diámetro interno de la tubería

3) Finalmente mediante el empleo del diagrama de Moody se determina el factor de fricción "f" usando los valores del Número de Reynolds calculado y rugosidad relativa. (Introduction to Food Engineering).

Potencia de Bomba:

La potencia de las bombas está dada por la siguiente fórmula:

$$Ep = \frac{P1 - P2}{\rho} + \frac{1}{2}(V2^2 - V1^2) + g(z2 - z1) + Ef$$

El cálculo de la potencia de la bomba sirve para conocer el requerimiento energético de cada bomba a seleccionar.

Donde:

$$P1 = \rho \times g \times H1 + P_{atm}$$

$$P2 = \rho \times g \times H2 + P_{atm}$$

$V1 = \frac{Q}{A1}$; es el caudal del fluido dividido para el área transversal de la tubería en el punto 1.

$V2 = \frac{Q}{A2}$; es el caudal del fluido dividido para el área transversal de la tubería en el punto 2.

$Ef = (Ef \text{ mayor} + Ef \text{ menor})$; Corresponde a las pérdidas por fricción.

$Ef \text{ mayor} = \frac{2f \times V2^2 \times L}{\phi}$; Corresponde a las pérdidas en las partes rectas de la tubería.

$Ef \text{ menor} = (Ef \text{ contraccion} + Ef \text{ expansion} + Ef \text{ accesorios})$

Corresponde a las pérdidas por diversos componentes utilizados en un sistema de tuberías, tales como válvulas, codos y tees. El "Ef" contracción se considera cero debido a que la relación de áreas entre el área del tanque y el área de la tubería es muy pequeña y tiende a cero.

El Ef de expansión es igual a: $Ef \text{ expansion} = \frac{cfe \times V2^2}{2}$

Como la relación de áreas entre el tanque la tubería tiende a cero, entonces se estima que coeficiente de pérdida por fricción por expansión “cfe” es igual a 1 (Introduction to Food Engineering).

$$\text{El Ef de accesorios es igual a: } E_f \text{ accesorios} = \frac{c_{ff} \times v_2^2}{2}$$

El valor del coeficiente de pérdida por fricción por accesorios “c_{ff}” está dado por la suma de los valores de coeficiente de pérdida de cada uno de los accesorios y la cantidad de accesorios presentes en la línea de proceso, en el Anexo 10 se encuentra los valores de coeficientes de pérdida por fricción de algunos de los accesorios comúnmente usados en las líneas de producción.

En la Tabla 15, se presentan los datos iniciales para los cálculos de las potencias de las bombas de recepción de leche y suero de leche:

Tabla 15. Bomba para recepción de leche y suero de leche

Flujo volumétrico (Q)	=	5	m ³ /h	0.00139	m ³ /s
Flujo másico (m)	=	5150	kg/h	1.43056	kg/s
Densidad (ρ)	=	1030	kg/m ³		
Viscosidad (u)	=	3	cp	0.003	Pa.s
Diámetro (φ)	=	0.02644	m		
Area (A)	=	0.00054	m ²		
Gravedad (g)	=	9.8	m/s ²		
z1	=	0	m		
z2	=	3.29	m		
Longitud de tubería (L)	=	8.9	m		

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

El diámetro interno de la tubería (φ) es 0.02644 metros debido a que se seleccionó una tubería de una pulgada de diámetro nominal para toda la línea de proceso.

En el caso de las alturas de referencia, el Z1 es cero debido a que se encuentra al mismo nivel de referencia de la bomba, mientras que el Z2 es igual a 3.29 metros debido a que el tanque de almacenamiento de leche cruda tiene una mayor altura que el tanque de almacenamiento de suero.

La longitud de la tubería (L) es igual a 8.9 metros ya que se toma en cuenta desde el punto de recepción de la materia prima hasta el punto más lejano que es el tanque de almacenamiento de suero de leche.

En la Tabla 16, se presentan los datos iniciales para los cálculos de la potencia de la bomba de dosificado, empleada en la elaboración de la bebida láctea fermentada:

Tabla 16. Bomba de Dosificado

Flujo volumétrico (Q)	=	3	m ³ /H	0.00083	m ³ /s
Flujo másico (m)	=	3090	kg/h	0.85833	kg/s
Densidad (d)	=	1030	kg/m ³		
Viscosidad (u)	=	3	cp	0.003	Pa.s
Diámetro (φ)	=	0.02644	m		
Área (A)	=	0.00054	m ²		
Gravedad (g)	=	9.8	m/s ²		
z1	=	0	m		
z2	=	2.17	m		
Longitud de tubería (L)	=	7	m		

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

El diámetro interno de la tubería (ϕ) es 0.02644 metros debido a que se seleccionó una tubería de una pulgada de diámetro nominal para toda la línea de proceso.

Para el caso de las alturas de referencia, el Z1 es cero debido a que se encuentra al mismo nivel de referencia de la bomba, mientras que el Z2 es igual a 2.17 metros debido a la altura del tanque de mezcla, pasteurización y fermentación.

La longitud de la tubería (L) es igual a 7 metros ya que se toma en cuenta desde la salida del tanque de leche hasta el punto más lejano que es el último tanque de mezcla, pasteurización y fermentación.

En la Tabla 17, se presentan los datos iniciales para los cálculos de la potencia de la bomba de envasado, empleada en la elaboración de la bebida láctea fermentada:

Tabla 17. Bomba de Envasado

Flujo volumétrico (Q)	=	1.5	m ³ /h	0.00042	m ³ /s
Flujo másico (m)	=	1584	kg/h	0.44	kg/s
Densidad (d)	=	1056	kg/m ³		
Viscosidad (u)	=	14	cp	0.014	Pa.s
Diámetro (φ)	=	0.02644	m		
Área (A)	=	0.00054	m ²		
Gravedad (g)	=	9.8	m/s ²		
z1	=	0	m		
z2	=	2	m		
Longitud de tubería (L)	=	1.5	m		

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

El diámetro interno de la tubería (ϕ) es 0.02644 metros debido a que se seleccionó una tubería de una pulgada de diámetro nominal para toda la línea de proceso.

De igual manera para la referencia de las alturas, en el punto 1 la altura se asume como cero debido a que se encuentra al mismo nivel de referencia de la bomba, por lo que la altura en el punto 2 es igual a 2 metros debido a la altura de la máquina de envasado.

La longitud de la tubería (L) es igual a 1.5 metros ya que se toma en cuenta desde la salida del último tanque de mezcla y pasteurización hasta la máquina de envasado.

2.3.1 Determinación de costos de producción de la bebida de leche fermentada

Se calculó los costos de producción para una mediana empresa cuyo volumen de producción fue de: 3000lt/día.

Costos directos

Material directo

Tabla 19. Costos de producción de Bebida de leche fermentada

RUBRO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
<i>Leche fresca</i>	1965	Lt	0.54	1061.1
<i>Suero de leche</i>	655	Lt	0.18	117.9
<i>Fermento láctico</i>	6	Sobres	19	114
<i>Azúcar</i>	369.23	Kg	0.75	276.92
<i>Gelatina</i>	7.84	Kg	0.85	6.66
<i>Colorante</i>	0.09	Lt	1.75	0.16
<i>Saborizante</i>	5.23	Lt	1.75	9.15
<i>Envases</i>	3050	Fundas	0.2	610
TOTAL				2195.89

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Mano de Obra

Tabla 20. Gastos operativos

	Cantidad	Valor unitario	Mensual
<i>Salarios operativos</i>	3	366.00	1098.00
<i>Salario Técnico en procesamientos lácteos</i>	1	550.00	550.00
Total de gastos operativos			1648.00

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Costos indirectos

Se estimaron costos de servicios básicos donde se incluyen agua, luz, teléfono e internet.

Tabla 21. Gastos de Servicios básicos

	Cantidad	Valor unitario	Mensual
<i>Servicios básicos</i>	1	770.00	770.00
<i>Agua</i>		360.00	
<i>Luz</i>		350	
<i>Teléfono</i>		30	
<i>Internet</i>		30	
Total de costos de servicios básicos			770.00

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Costo Total

Costo directo [3843.89] + Costo Indirecto [770.00] = Costo Total [4613.89]

Costo unitario

C.U. Costo total / Rendimiento = 4613.89/3000 It = \$ 1.54

Utilidad (20% ganancia)

Costo unitario [1.54] + 20% [C.U] = \$ 1.85

Precio de Venta

\$ 1.85 (no incluye IVA)

COSTOS DE EQUIPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA BEBIDA DE LECHE FERMENTADA

Se estimaron costos de los equipos básicos en una línea de elaboración de leche fermentada, que se detallan a continuación:

Tabla 22 Costos de equipos de una línea de Producción de una Bebida de leche fermentada

EQUIPOS	CANTIDAD	MODELO-MARCA	CAPACIDAD (L)	COSTO (\$)
<i>Tanque de Almacenamiento (LECHE)</i>	1	Fischer	5000	10000
<i>Tanque de Almacenamiento (SUERO)</i>	1	Fischer	1000	3000
<i>Tanque de Fermentación</i>	3	Fischer	1000	12000
<i>Envasadora, llenadora, selladora</i>	1	BrasHolanda	4800und/h	17000
<i>Bomba 1/4 hp</i>	3	Trupper	-	690
<i>Filtro</i>	1	Lactocomerce	5000 L/h	950
			TOTAL EQUIPOS	43640

Elaborado por: **Michelle Romero/Michael Fajardo**

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Resultados Prueba Sensorial

3.1.1 Apariencia de las muestras

*De las 3 muestras en evaluación (T1, T2 y T3), con los resultados obtenidos en la prueba sensorial la muestra T1 y T2 poseen apariencias similares pero diferentes a la muestra T3, la cual es más líquida por su mayor contenido de suero lácteo.

El análisis de varianza (ANOVA) presentado en la Tabla 10 muestra que el valor de F para las muestras es de 16,65, lo cual indica que existe una diferencia significativa en la apariencia de las 3 muestras (F es mayor al F Crítico: 3,06). Además el Valor p del análisis: $3,02E-07 < 0,05$, el panel si estableció diferencia en la apariencia de las 3 muestras.

3.1.2 Sabor de las muestras

La muestra de mayor agrado fue T1 (Gráfico 6) que obtuvo un resultado de 6 puntos en la escala hedónica, siguiéndole la T2 con 3,42 y finalmente la T3 con 2,74.

El análisis de varianza (ANOVA) presentado en la Tabla 11 muestra que el valor de F para las muestras es de 167,59, lo cual indica que existe una diferencia significativa en la apariencia de las 3 muestras (F es mayor al F Crítico: 3,06). Además el Valor p del análisis: $1,21E-38$, el panel si estableció diferencia en la apariencia de las 3 muestras.

3.1.3 Dulzor de las muestras

La muestra con más dulzor según resultados analizados de las pruebas sensoriales fue la muestra T1 la cual contenía 25% de suero lácteo en su formulación.

El análisis de varianza (ANOVA) presentado en la Tabla 12 muestra que el valor de F para las muestras es de 18,07, lo cual indica que existe una diferencia significativa en la apariencia de las 3 muestras (F es mayor al F Crítico: 3,06). Además el Valor p del análisis: $9,61E-08 < 0,05$, el panel si estableció diferencia en la apariencia de las 3 muestras.

3.1.4 Grado de preferencia para los diferentes tratamientos

Los resultados obtenidos en la Prueba de Aceptación, mostró una diferencia significativa entre los 3 tratamientos con diferentes concentraciones de suero. ($p < 0,05$). Para continuar con los análisis microbiológicos y físico-químicos, se eligió el Tratamiento T1 con 25% de lactosuero, por tener más alto grado de preferencia entre los panelistas.

3.2 Resultados Análisis Físicoquímicos

Se obtuvieron los siguientes resultados físicos químicos de la muestra T1, siguiendo los procedimientos y protocolos mencionados anteriormente en el Capítulo 2.

Tabla 23. Análisis físico-químicos

PARÁMETRO	RESULTADO	REQUISITOS	MÉTODO
pH	4.08	4 – 4.6	Potenciómetro Mettler Toledo
Acidez (expresada en % ac láctico)	0.713%	0.16 máx.	NORMA INEN 13
Proteína	2g	1.6 min.	MilkoScan™ FT1
Grasa	1.2	3.0 máx.	MilkoScan™ FT1
Carbohidratos totales	9g	-	MilkoScan™ FT1
Sodio	48g	-	-
Azúcares	6g	-	-
Colesterol	3mg	-	-

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

3.3 Resultados Microbiológicos

Se obtuvieron los siguientes resultados microbiológicos de la muestra T1, siguiendo los procedimientos y protocolos mencionados anteriormente en el Capítulo 2.

Tabla 24. Análisis Microbiológicos.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	REQUISITO	METODO DE ENSAYO
*Staphylococcus Aureus	ufc/ml	<10	<100	Placas 3M™ Petrifilm™ <i>Staph Express</i>
Escherichia Coli	ufc/ml	<10	<10	Placas 3M™ Petrifilm™ <i>E. coli/Coliformes</i>
Coliformes Totales	ufc/ml	<10	<10	Placas 3M™ Petrifilm™ <i>E. coli/Coliformes</i>
Mohos y Levaduras	ufc/ml	<10	<200	3M™ Petrifilm™ Placas para recuento de <i>Mohos y Levaduras</i>
*Listeria Monocytogenes	Ausencia/ 25g	Ausencia/ 25g	Ausencia/ 25g	Systema de DuPont Qualicon BAX® DETERMINACIÓN DE L. <i>MONOCYTOGENES</i> S 24E POR PCR
*Salmonella Spp.	Ausencia/ 25g	Ausencia/ 25g	Ausencia/ 25g	Systema de DuPont Qualicon BAX® DETERMINACIÓN DE <i>SALMONELLA</i> <i>SPP.</i> POR PCR

Elaborado por: **Michelle Romero/Michael Fajardo**

3.4 Resultados de cálculos de potencia de bomba para la recepción de leche y suero de leche

Mediante el uso de las formulas detalladas en el Capítulo 2 para el cálculo de potencia de bombas, se han obtenido los siguientes valores expresados en la Tabla 25:

Tabla 25. Potencia de bomba requerida para la recepción de leche cruda y suero de leche

Parámetro			Valor	Unidad
Numero de Reynolds	=		22963.75	Adimensional
Rugosidad relativa	=		0.0017	Adimensional
Factor de fricción (f)	=		0.01	Adimensional
H1	=		1.50	m
P1	=		116.44	kPa
H2	=		3.29	m
P2	=		33323.08	kPa
V1	=		0.00	m/s
V2	=		2.53	m/s
Ef mayor	=		3.30	J/kg
Ef expansión			1.26	J/kg
Ef accesorios	=		16.32	J/kg
Ef menor	=		17.58	J/kg
Potencia de la bomba	=		126.71	W
Potencia de la bomba	=		0.17	HP

Elaborado por: **Michelle Romero/Michael Fajardo**

Como se observa en la Tabla 25, el número de Reynolds es igual a $2.30 \cdot 10^4$ por lo tanto el fluido posee un flujo turbulento, por consiguiente el factor de fricción se lo calculó en base al diagrama de Moody mediante el uso de la rugosidad relativa y el número de Reynolds. El valor de H1 es la altura del tanquero que transporta la leche cruda y/o suero de leche, mientras que H2 es la altura del tanque de almacenamiento de leche cruda, el cual se escogió debido a que posee mayor altura en comparación con el tanque de suero de leche. La velocidad en el punto 1 es igual a cero debido a que se asume que el fluido se encuentra en reposo antes del proceso de bombeado.

Finalmente la potencia requerida de la bomba para la recepción de la leche y suero de leche es igual a 126.71 Watts o 0.17 HP, considerando que este tipo de bomba no está disponible en el mercado local, se considerará una bomba de mayor caballaje, y en este caso uno de $\frac{1}{4}$ o 0.25 HP.

3.5 Resultados de cálculo de potencia de bomba de dosificado

Mediante el uso de las formulas detalladas en el Capítulo 2 para el cálculo de potencia de bombas, se han obtenido los siguientes valores expresados en la Tabla 26:

Tabla 26. Potencia de bomba requerida para el dosificado de materia prima a los tanques de mezcla, pasteurización y fermentación

<i>Parámetro</i>		<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
<i>Numero de Reynolds</i>	=	13778.25	Adimensional
<i>Rugosidad relativa</i>	=	0.0017	Adimensional
<i>Factor de fricción (f)</i>	=	0.01	Adimensional
<i>H1</i>	=	3.29	m
<i>P1</i>	=	134521.78	kPa
<i>H2</i>	=	2.17	m
<i>P2</i>	=	123180.98	kPa
<i>V1</i>	=	0.00	m/s
<i>V2</i>	=	1.52	m/s
<i>Ef mayor</i>	=	0.87	J/kg
<i>Ef expansión</i>		0.76	J/kg
<i>Ef accesorios</i>	=	10.60	J/kg
<i>Ef menor</i>	=	11.36	J/kg
<i>Potencia de la bomba</i>	=	45.63	W
<i>Potencia de la bomba</i>	=	0.06	HP

Elaborado por: **Michelle Romero/Michael Fajardo**

Como se puede apreciar en la tabla anterior, el número de Reynolds es igual a $1.38 \cdot 10^4$ por lo que el régimen del fluido es turbulento; con dicha información, el factor de fricción se lo calculó en base al diagrama de Moody mediante el uso de la rugosidad relativa (ϵ) y el número de Reynolds (Re). El valor de H_1 es la altura del fluido en el tanque de almacenamiento de leche cruda y H_2 es la altura del tanque de mezcla, pasteurización y fermentación. La velocidad en el punto 1 es igual a cero debido a que se asume que el fluido se encuentra en reposo antes del proceso de bombeado.

Finalmente la potencia requerida de la bomba para la dosificación de leche y suero de leche hacia los tanques de mezcla, pasteurización y fermentación es igual a 45.63 Watts o 0.06 HP, considerando que este tipo de bomba no está disponible en el mercado local, se consiguió el de mayor caballaje, y en este caso uno de $\frac{1}{4}$ o 0.25 HP.

3.6 Resultados de cálculo de potencia de bomba de envasado

Mediante el uso de las formulas detalladas en el Capítulo 2 para el cálculo de potencia de bombas, se han obtenido los siguientes valores expresados en la Tabla 27:

Tabla 27. Potencia de bomba requerida para el envasado

Parámetro		Valor	Unidad
Número de Reynolds	=	1513.51	Adimensional
Factor de fricción (f)	=	0.01057	Adimensional
H1	=	2.17	m
P1	=	123.73	kPa
H2	=	2.00	m
P2	=	20798.90	kPa
V1	=	0.00	m/s
V2	=	0.76	m/s
Ef mayor	=	0.05	J/kg
Ef expansión		0.38	J/kg
Ef accesorios	=	2.65	J/kg
Ef menor	=	3.03	J/kg
Potencia de la bomba	=	18.72	W
Potencia de la bomba	=	0.03	HP

Elaborado por: **Michelle Romero/Michael Fajardo**

En la Tabla 27, el Re es igual a $1.51 \cdot 10^3$ por lo tanto el flujo es laminar y el factor de fricción se lo calculó dividiendo 16 para el número de Reynolds. El valor de H1 es la altura del tanque de mezcla, pasteurización y fermentación, mientras que H2 es la altura de la máquina de envasado. La velocidad en el punto 1 es igual a cero debido a que se asume que el fluido se encuentra en reposo antes del proceso de bombeado.

Finalmente la potencia requerida de la bomba para el envasado es igual a 18.72 Watts o 0.03 HP, considerando que este tipo de bomba no está disponible en el mercado local, se consiguió el de mayor caballaje, y en este caso uno de $\frac{1}{4}$ ó 0.25 HP.

3.7 Resultados del cálculo de potencia de los agitadores.

Agitador del Tanque de leche

Las dimensiones resultantes del tanque con agitador para el almacenamiento refrigerado del tanque de leche cruda están resumidas en la siguiente Tabla 28:

Tabla 28. Dimensiones del tanque con agitación para almacenamiento de leche cruda

Alto de marmita	=	3.29	m
Diámetro de marmita	=	1.65	m
Diámetro de agitador	=	0.55	m
Altura de aspas de agitador	=	0.11	m
Separación entre el fondo de marmita y agitador	=	0.55	m
Altura de fluido antes de la agitación	=	1.65	m
Ancho de deflectores	=	0.16	m

Elaborado por: **Michelle Romero/Michael Fajardo**

La potencia requerida para el agitador del tanque de almacenamiento de leche cruda se encuentra expresada en la Tabla 29 a continuación:

Tabla 29. Valor de potencia de agitador requerida

Parámetro	Valor	Unidad
Número de Reynolds	8.61E+04	adimensional
Número de Froud	3.88E-02	adimensional
Número de Potencia	7	adimensional
POTENCIA	0.28	HP

Elaborado por: **Michelle Romero/Michael Fajardo**

El Número de potencia (N_p) es igual a 7, el cual fue determinado gráficamente mediante el número de Reynolds y el tipo de agitador. Finalmente la potencia requerida del motor del agitador en el tanque de almacenamiento de leche cruda es igual a 0.28 HP, considerando que este tipo de motor no está disponible en el mercado local, se consiguió una bomba con un caballaje mayor a lo calculado, en este caso uno de 0.5 HP.

3.8 Batidor tanque de suero de leche

Las dimensiones resultantes del tanque con agitador para el almacenamiento refrigerado del suero de leche están resumidas en la siguiente Tabla 30:

Tabla 30. Dimensiones del tanque con agitación para almacenamiento de suero de leche

Alto de marmita	=	1.72	m
Diámetro de marmita	=	0.86	m
Diámetro de agitador	=	0.29	m
Altura de aspas de agitador	=	0.06	m
Separación entre el fondo de marmita y agitador	=	0.29	m
Altura de fluido antes de la agitación	=	0.86	m
Ancho de deflectores	=	0.09	m

Elaborado por: **Michelle Romero/Michael Fajardo**

La potencia requerida para el agitador del tanque de almacenamiento del suero de leche se encuentra expresada en la Tabla 31 a continuación:

Tabla 31. Valor de potencia de agitador requerida

Parámetro	Valor	Unidad
Número de Reynolds	5.20E+04	adimensional
Número de Froud	2.03E-02	adimensional
Número de Potencia	7	adimensional
POTENCIA	0.01	HP

Elaborado por: **Michelle Romero/Michael Fajardo**

El Número de potencia (N_p) es igual a 7, el cual fue determinado gráficamente mediante el número de Reynolds y el tipo de agitador. Finalmente la potencia requerida del motor del agitador en el tanque de almacenamiento del suero de leche es igual a 0.01 HP, considerando que este tipo de motor no está disponible en el mercado local, se consiguió una bomba con un caballaje mayor a lo calculado, en este caso uno de 1/4 HP.

3.9 Tanque de mezclado para la bebida fermentada

Las dimensiones resultantes del tanque con agitador para el tanque de mezcla, pasteurización y fermentación están resumidas en la siguiente Tabla 32:

Tabla 32. Dimensiones del tanque con agitación de mezcla, pasteurización y fermentación

Alto de marmita	=	2.17	m
Diámetro de marmita	=	1.08	m
Diámetro de agitador	=	0.36	m
Altura de aspas de agitador	=	0.07	m
Separación entre el fondo de marmita y agitador	=	0.36	m
Altura de fluido antes de la agitación	=	1.08	m
Ancho de deflectors	=	0.11	m

Elaborado por: **Michelle Romero/Michael Fajardo**

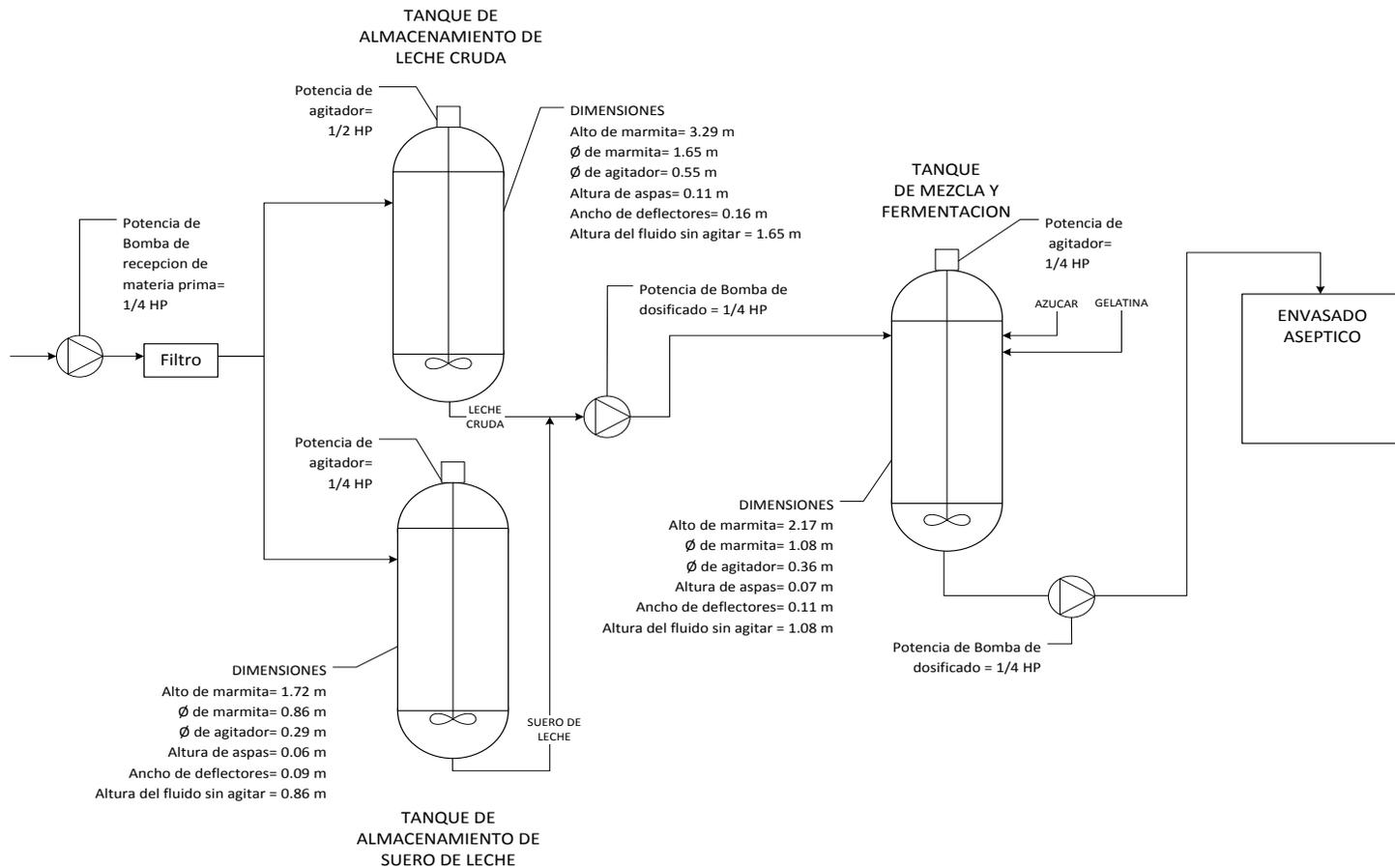
La potencia requerida para el agitador del tanque de mezcla, pasteurización y fermentación se encuentra expresada en la Tabla 33 a continuación:

Tabla 33. Valor de potencia de agitador requerida

Parámetro	Valor	Unidad
Número de Reynolds	1.15E+04	adimensional
Número de Froud	5.01E-02	adimensional
Número de Potencia	7	adimensional
POTENCIA	0.10	HP

Elaborado por: **Michelle Romero/Michael Fajardo**

El Número de potencia (N_p) es igual a 7, el cual fue determinado gráficamente mediante el número de Reynolds y el tipo de agitador. Finalmente la potencia requerida del motor del agitador en el tanque de mezcla, pasteurización y fermentación es igual a 0.10 HP, considerando que este tipo de motor no está disponible en el mercado local, se consiguió una bomba con un caballaje mayor a lo calculado, en este caso uno de 1/4 HP.



Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Gráfico 14. Resultados de los cálculos de requerimiento de potencia de las bombas y de los agitadores de las marmitas

3.10 Determinación de costos de producción de la bebida de leche fermentada

Se calculó los costos de producción para una mediana empresa cuyo volumen de producción fue de: 3000lt/día.

Costos directos Material directo

Tabla 34. Costos de producción de Bebida de leche fermentada

RUBRO	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO \$	COSTO TOTAL \$
LECHE FRESCA	1965	Lt	0.54	1061.1
SUERO DE LECHE	655	Lt	0.18	117.9
FERMENTO LÁCTICO	6	Sobres	19	114
AZÚCAR	369.23	Kg	0.75	276.92
GELATINA	7.84	Kg	0.85	6.66
COLORANTE	0.09	Lt	1.75	0.16
SABORIZANTE	5.23	Lt	1.75	9.15
ENVASES	3050	Fundas	0.2	610
TOTAL				2195.89

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Mano de Obra

Tabla 35. Gastos operativos

	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	MENSUAL (\$)
SALARIOS OPERATIVOS	3	366.00	1098.00
SALARIO TÉCNICO EN PROCESAMIENTOS LÁCTEOS	1	550.00	550.00
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS			1648.00

Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

Costos indirectos

Tabla 36. Gastos de Servicios básicos

	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	MENSUAL
SERVICIOS BÁSICOS	1	770.00	770.00
AGUA		360.00	
LUZ		350	
TELÉFONO		30	
INTERNET		30	
TOTAL DE COSTOS DE SERVICIOS BÁSICOS			770.00

Elaborado por: **Michelle Romero/Michael Fajardo**

Se establecieron costos directos e indirectos de fabricación, para el cálculo del costo total de la producción de 3000lt de yogurt al día; además se estima un rendimiento de 3000lt de producto y se espera obtener una utilidad o ganancia del 20%, con lo que podemos percibir el precio de venta del producto en \$1.85 (no incluye IVA)

En cuanto a otros proveedores locales de bebidas lácteas fermentadas, estos presentan menor precio de venta del producto, debido a que en su formulación presentan mayor cantidad de lactosuero, reemplazando un gran porcentaje de leche en el producto.

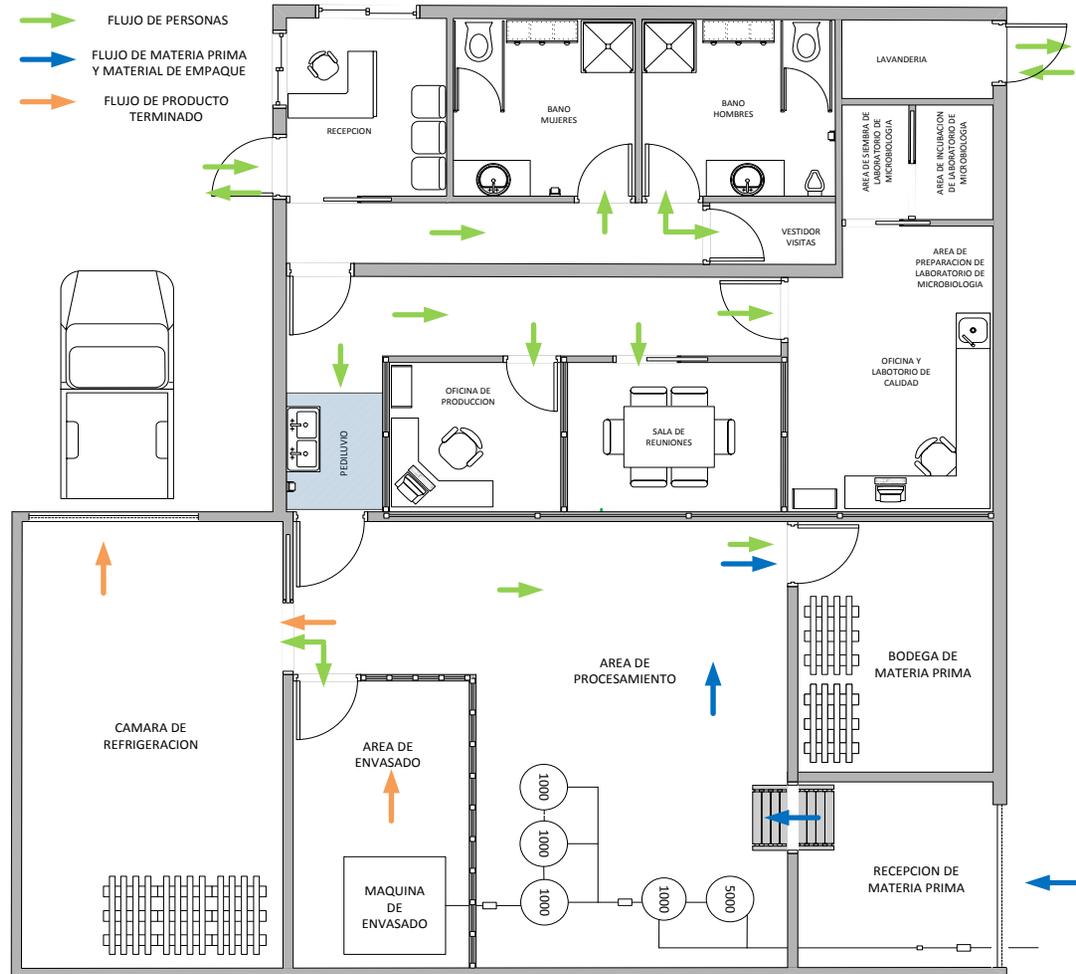
COSTOS DE EQUIPOS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA BEBIDA DE LECHE FERMENTADA

Se estimaron costos de los equipos básicos en una línea de elaboración de leche fermentada, se debe tener en cuenta que estos valores pueden cambiar dependiendo del lugar de compra y el proveedor de los equipos. Por lo que se recomienda realizar una cotización exacta actualizada en el momento de diseñar la línea de equipos de producción.

Tabla 37 Costos de equipos de una línea de Producción de una Bebida de leche fermentada

EQUIPOS	CANTIDAD	MODELO-MARCA	CAPACIDAD (L)	COSTO (\$)
TANQUE DE ALMACENAMIENTO (LECHE)	1	Fischer	5000	10000
TANQUE DE ALMACENAMIENTO (SUERO)	1	Fischer	1000	3000
TANQUE DE FERMENTACIÓN	3	Fischer	1000	12000
ENVASADORA, LLENADORA, SELLADORA	1	BrasHolanda	4800und/h	17000
BOMBA 1/4 HP	3	Trupper	-	690
FILTRO	1	Lactocomerce	5000 L/h	950
			TOTAL EQUIPOS	43640

Elaborado por: **Michelle Romero/Michael Fajardo**



Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo
Gráfico 15. Layout de la planta de elaboración de bebida de leche fermentada

CAPÍTULO 4

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1 Conclusiones

- ❖ Se logró evaluar el efecto de diferentes concentraciones de Lactosuero (25, 50 y 75%) en la elaboración de una bebida láctea fermentada. Así, las concentraciones evaluadas, demostraron influencia significativa en las características sensoriales del producto final: apariencia, sabor y dulzor.
- ❖ Se realizó el análisis sensorial de los tres tratamientos en estudio, de los cuales el T1 (muestra 283) obtuvo un nivel de sabor de 6 “me gusta moderadamente”, T2 (muestra 946) 3,42 “me disgusta poco” y T3 (muestra 527) 2,74 “me disgusta moderadamente”
- ❖ La bebida con lactosuero de mayor preferencia por el consumidor fue la obtenida con el T1, con un nivel de preferencia del 60% en comparación con el 22% y 12% obtenido por los tratamientos T2 y T3 respectivamente. La muestra escogida (T1) contenía el 25% de lactosuero, prototipo que utilizado para el desarrollo de este estudio.
- ❖ La bebida contiene: 2g de proteína, 9g de carbohidratos totales, 1.2% de grasa y 0.713% de acidez titulable.
- ❖ El análisis microbiológico se encontró dentro de los requisitos establecidos en la norma INEN 2608:2012, verificando que el producto si cumple con lo requerido en dicha normativa, y complementan el estudio de validación del proceso térmico.
- ❖ La temperatura y tiempo de pasteurización fueron 65°C y 10.8min respectivamente, manteniendo como referencia de microorganismo patógeno más termo resistente al *Coxiella Burnettii*.
- ❖ Entre los equipos de la línea de producción no se consideró el uso de intercambiadores de calor debido a sus altos costos de adquisición, y sobre todo teniendo en cuenta que la temperatura del tratamiento térmico

a utilizar no es muy elevada, esta se puede alcanzar fácilmente con una marmita.

- ❖ El costo de producción de un litro de la bebida láctea fermentada fue \$1.54, con un esperado de utilidad de 20%, se estima un precio de venta de \$1.85 el litro de la bebida láctea. Si bien en comparación con la competencia el costo es mayor, es de considerar que los otros proveedores de bebida lácteas fermentadas presentan en su formulación mayor cantidad de suero lácteo, reemplazándole a la leche, lo que les genera un menor costo de producción.

4.2 Recomendaciones

- ❖ Se recomienda realizar pruebas con concentrados naturales en lugar de sabores artificiales.
- ❖ Realizar un estudio complementario utilizando diferentes pulpas de frutas y sabores en la formulación.
- ❖ Se recomienda realizar seguimiento durante el tiempo de almacenamiento para detectar cambios en el comportamiento de la bebida láctea fermentada.
- ❖ Hacer pruebas sensoriales en los cuales participen jueces entrenados para evitar la variabilidad de resultados finales.
- ❖ Comparar las propiedades nutricionales de la bebida láctea fermentada elaborada en este estudio con una leche fermentada del mercado.
- ❖ Pasteurizar suero y leche como mezcla y no por separado, considerando que las proteínas del suero se logran desnaturalizar desde temperaturas de 60°C en adelante.
- ❖ Realizar una cotización exacta y actualizada a la fecha en que se requiera implementar o seguir con un proyecto similar al expuesto en este trabajo, ya que es de recordar que los costos de los equipos dependen del lugar de adquisición y los proveedores de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) A., CASP. 2003. Procesos de Conservación de Alimentos,. Madrid, España: Editorial Mundi-Prensa.
- 2) Alais, CH. 1985. Ciencia de La Leche. España: Editorial Reverte S.A.
- 3) Franchi, O. 2010. “Suero de Leche, Propiedades Y Usos’ Innovación En La Industria Láctea”. : 4. <http://es.scribd.com/doc/47261459/2/Tipos-de-suero-de-leche-y-suscomponentes>.
- 4) García, G., Quintero, R., y López, M. 2004. Biotecnología Alimentaria. Editorial Limusa S.A. Mexico, DF.
- 5) Gil, Á. 2010. Composición Y Calidad Nutritiva de Los Alimentos. 2da. Edición. Editorial Médica Panamericana. 2da. Edici. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana. <http://books.google.com.ec/books?id=hcwBJ0FNvqYC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>.
- 6) Hambraeus, L. 1984. Developments in Dairy Chemistry-1: Nutritional Aspects of Milk Protein.London: London Applied Science Publishers.
- 7) Hernández, G. 1982. “Probabilidades de Industrialización Del Suero de Queso.”
- 8) Hernández, A., Alfaro, I., y Arrieta, R. 2003. Microbiología Industrial. ed. EUNED. Costa Rica.
- 9) INEN. 2012. NTE INEN 2608:2012 Bebida de Leche Fermentada.
- 10) Jovanovic, S. 2005. Whey Proteins-Properties and Possibility of Aplication. Rusia.
- 11) Lawless, T.H. 1999. “Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices.”EEUU: ASPEN.

- 12) Linden, G. Lorient, D. 1996. Bioquímica Agroindustrial: Revalorización Alimentaria de La Producción Agrícola. Zaragoza. España.: Editorial Acribia.
- 13) Marshall, K. 2004. Therapeutic Applicationns of Whey Protein.
- 14) Panesar, P., Kennedy, D. Gandhi, K. 2007. Bioutilisation of Whey for Lactic Acid Production. Food Chemistry. EEUU.
- 15) Pedredo, F. 1989. Evaluación Sensorial de Los Alimentos. Mexico, DF.
- 16) Pescumma, M., Herbet, E. 2008. Whey Fermentation by Thermophilic Lactic Acid Bacteria: Evolution of Carbohydrates Abd Protein Content.
- 17) Quevedo, Verónica. 2014. "Estudio Del Efecto Del Lactosuero ácido Y Gelatina Como Estabilizante En La Elaboración de Una Bebida Láctea Fermentada." UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO.
- 18) Revilla, A. 2000. "Tecnología de La Leche." Zamorano Academia Press: 394–400.
- 19) Sancho, J. 1999. Introducción Al Análisis Sensorial de Los Alimentos. Barcelona, España.

ANEXOS

ANEXO I- FICHA TÉCNICA LACTOBACILLUS DELBRUECKII SUBSP. BULGARICUS STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS.



FD-DVS YF-L812 Yo-Flex®

Product Information

Version: 3 PI-EU-EN 12-08-2011

Description	Thermophilic YoFlex® culture.						
Taxonomy	Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus Streptococcus thermophilus						
Packaging	<table><tr><td>Material No:</td><td>Size</td><td>Type</td></tr><tr><td>667296</td><td>10X50 U</td><td>Pouch(es) in box</td></tr></table>	Material No:	Size	Type	667296	10X50 U	Pouch(es) in box
Material No:	Size	Type					
667296	10X50 U	Pouch(es) in box					
Physical Properties	Color: Off-white to slightly reddish or brown Form: Granulate						
Application	Usage The culture will produce yoghurt with very mild flavor, extra high viscosity and very low post-acidification. Suitable for cup set, stirred and drinking yoghurt.						

Recommended inoculation rate

Amount of milk to be inoculated	250 l / 70 gal	1,000 l / 250 gal	2,500 l / 660 gal	5,000 l / 1,300 gal	10,000 l / 2,600 gal
Amount of DVS culture	50 U	200 U	500 U	1,000 U	2,000 U

Directions for Use

Remove cultures from the freezer just prior to use. Sanitize the top of the pouch with chlorine. Open the pouch and pour the freeze-dried granules directly into the pasteurized product using slow agitation. Agitate the mixture for 10-15 minutes to distribute the culture evenly. The recommended incubation temperature is 35-45°C (95-113°F). For more information on specific applications see our technical brochures and suggested recipes.

Range	The YoFlex® range of Direct Vat Set (DVS®) cultures spans from very mild cultures to those giving a distinct yoghurt flavor with varying viscosity profiles.
Storage and handling	< -18 °C / < 0 °F

www.chr-hansen.com

Page: 1 (4)

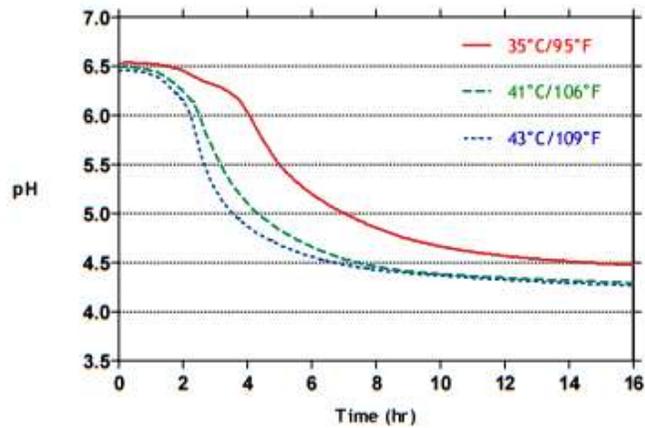
The information contained herein is to the best of our knowledge true and correct and presented in good faith. It may be subject to change without further notice. To the best of our knowledge this product does not infringe Intellectual Property Rights of any third party. This information is offered solely for your consideration and verification. Copyright © Chr. Hansen A/S. All rights reserved.

FD-DVS YF-L812 Yo-Flex®

Product Information
Version: 3 PI-EU-EN 12-08-2011

Shelf life At least 24 months from date of manufacture when stored according to recommendations.
At +5°C (41°F) the shelf life is at least 6 weeks.

Technical Data Acidification curve



Fermentation conditions:
Whole milk +2 % skim milk powder (85°C/185°F, 30 minutes)
Inoculation: 500U/2500L

Analytical Methods
References and analytical methods are available upon request.

Legislation Chr. Hansen's cultures comply with the general requirements on food safety laid down in Regulation 178/2002/EC. Lactic acid bacteria are generally recognized as safe and can be used in food, however, for specific applications we recommend to consult national legislation.

The product is intended for use in food.

Food Safety No guarantee of food safety is implied or inferred should this product be used in applications other than those stated in the Usage section. Should you wish to use this product in another application, please contact your Chr. Hansen representative for assistance.



FD-DVS YF-L812 Yo-Flex®

Product Information

Version: 3 PI-EU-EN 12-08-2011

Labeling	Suggested labeling "lactic acid culture" or "starter culture", however, as legislation may vary, please consult national legislation.				
Trademarks	Product names, names of concepts, logos, brands and other trademarks referred to in this document, whether or not appearing in large print, bold or with the ® or TM symbol are the property of Chr. Hansen A/S or used under license. Trademarks appearing in this document might not be registered in your country, even if they are marked with an ®.				
Dietary status	<table><tr><td>Kosher:</td><td>Kosher Dairy Excl. Passover</td></tr><tr><td>Halal:</td><td>Certified</td></tr></table>	Kosher:	Kosher Dairy Excl. Passover	Halal:	Certified
Kosher:	Kosher Dairy Excl. Passover				
Halal:	Certified				
Technical support	Chr. Hansen's Application and Product Development Laboratories and personnel are available if you need further information.				

GM O Information

In accordance with the legislation in the European Union* we can state that FD-DVS YF-L812 does not contain GMOs and does not contain GM labeled raw materials**. In accordance with European legislation on labeling of final food products** we can inform that the use of FD-DVS YF-L812 does not trigger a GM labeling of the final food product. Chr. Hansen's position on GM O can be found on: www.chr-hansen.com/About-us/Policies-and-positions/Quality-and-product-safety.

* Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council of 12 March 2001 on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/269/EEC.

** Regulation (EC) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on genetically modified food and feed, Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 concerning the traceability and labeling of genetically modified organisms and the traceability of food and feed products produced from genetically modified organisms and amending Directive 2001/18/EC.

FD-DVS YF-L812 Yo-Flex®

Product Information

Version 3 PI-EU-EN 12-08-2011

Allergen Information

List of common allergens in accordance with the US Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act of 2004 (FALCPA) and EU labeling Directive 2000/13/EC with later amendments	Present as an ingredient in the product
Cereals containing gluten* and products thereof	No
Crustaceans and products thereof	No
Eggs and products thereof	No
Fish and products thereof	No
Peanuts and products thereof	No
Soybeans and products thereof	No
Milk and products thereof (including lactose)	Yes
Nuts* and products thereof	No
List of allergens in accordance with EU labeling Directive 2000/13/EC only	
Celery and products thereof	No
Mustard and products thereof	No
Sesame seeds and products thereof	No
Lupine and products thereof	No
Mollusks and products thereof	No
Sulphur dioxide and sulphites at concentrations of more than 10 mg/kg or 10 mg/litre expressed as SO ₂	No

* Please consult the EU Labeling Directive 2000/13 Annex IIIa for a legal definition of common allergens, see European Union law at: www.eur-lex.europa.eu

ANEXO II - FICHA TÉCNICA BIFIDOBACTERIUM SPECIES STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS LACTOBACILLUS DELBRUECKII SUBSP. BULGARICUS



FD-DVS ABY-3 Probio-Tec®

Product Information

Version: 3 PI-EU-EN 12-08-2011

Description Thermophilic lactic acid culture. Contains the documented probiotic strains BB-12® and LA-5®. The strains have a long history of safe use.

Taxonomy
Bifidobacterium species
Streptococcus thermophilus
Lactobacillus acidophilus
Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus*

Packaging

Material No:	Size	Type
669852	10X50 U	Pouch(es) in box

Physical Properties

Color: Off-white to slightly reddish or brown

Form: Granulate

Application

Usage
 The culture will produce yoghurt or fermented milk with high body, very mild flavor and very low post-acidification. Suitable for cup set, stirred and drinking yoghurt.

Recommended inoculation rate

Amount of milk to be inoculated	250 l / 70 gal	1,000 l / 300 gal	2,500 l / 700 gal
Amount of DVS culture	50 U	200 U	500 U

Directions for Use

Remove cultures from the freezer just prior to use. Do not thaw. Sanitize the top of the pouch with chlorine. Open the pouch and pour the freeze-dried granules directly into the pasteurized product using slow agitation. Agitate the mixture for 10-15 minutes to distribute the culture evenly. The recommended incubation temperature is dependent on the application in which the culture is used. For more information on specific applications see our technical brochures and suggested recipes.

Range Cultures in this series include ABY-1(freeze-dried), ABY-4 (frozen) and ABY-2, ABY-3 and ABY-10 (frozen or freeze-dried).

Storage and handling < -18 °C / < 0 °F

www.chr-hansen.com

Page: 1 (4)

The information contained herein is to the best of our knowledge true and correct and presented in good faith. It may be subject to change without further notice. To the best of our knowledge this product does not infringe Intellectual Property Rights of any third party. This information is offered solely for your consideration and verification. Copyright © Chr. Hansen A/S. All rights reserved.

FD-DVS ABY-3 Probio-Tec®

Product Information

Version: 3 PI-EU-EN 12-08-2011

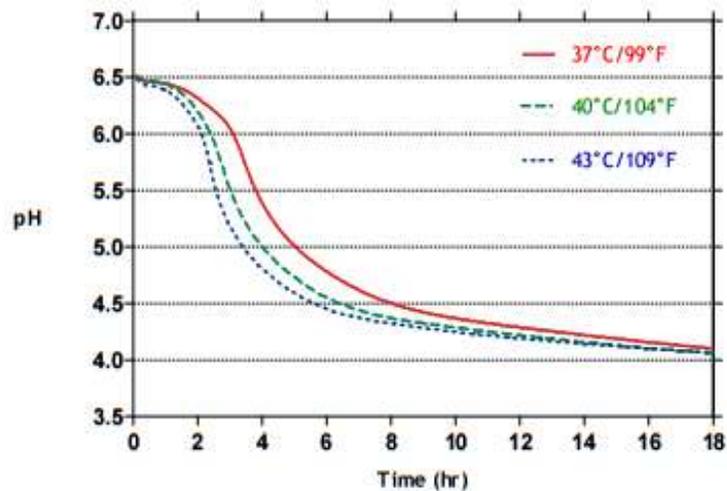
Shelf life

At least 24 months from date of manufacture when stored according to recommendations.

At +5°C (41°F) the shelf life is at least 6 weeks.

Technical Data

Acidification curve



Fermentation conditions:
 Whole milk +2 % skim milk powder (85°C/185°F, 30 minutes)
 Inoculation: 500U/2500L

Analytical Methods

References and analytical methods are available upon request.

Legislation

Chr. Hansen's cultures comply with the general requirements on food safety laid down in Regulation 178/2002/EC. Lactic acid bacteria are generally recognized as safe and can be used in food, however, for specific applications we recommend to consult national legislation.

The product is intended for use in food.

Food Safety

No guarantee of food safety is implied or inferred should this product be used in applications other than those stated in the Usage section. Should you wish to use this product in another application, please contact your Chr. Hansen representative for assistance.

FD-DVS ABY-3 Probio-Tec®

Product Information

Version: 3 PI-EU-EN 12-08-2011

Labeling	Suggested labeling "lactic acid culture" or "starter culture", however, as legislation may vary, please consult national legislation. Labeling with probiotic strain names is possible if a trademark license agreement is in place. Please Contact your local Chr. Hansen representative for further information.
Trademarks	Product names, names of concepts, logos, brands and other trademarks referred to in this document, whether or not appearing in large print, bold or with the ® or TM symbol are the property of Chr. Hansen A/S or used under license. Trademarks appearing in this document might not be registered in your country, even if they are marked with an ®.
Dietary status	Kosher: Kosher Dairy Excl. Passover Halal: Certified
Technical support	Chr. Hansen's Application and Product Development Laboratories and personnel are available if you need further information.

GM O Information

In accordance with the legislation in the European Union* we can state that FD-DVS ABY-3 does not contain GMOs and does not contain GM labeled raw materials**. In accordance with European legislation on labeling of final food products** we can inform that the use of FD-DVS ABY-3 does not trigger a GM labeling of the final food product. Chr. Hansen's position on GM O can be found on: www.chr-hansen.com/About-us/Policies-and-positions/Quality-and-product-safety.

* Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council of 12 March 2001 on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/269/EEC.

** Regulation (EC) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on genetically modified food and feed, Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 concerning the traceability and labeling of genetically modified organisms and the traceability of food and feed products produced from genetically modified organisms and amending Directive 2001/18/EC.

FD-DVS ABY-3 Probio-Tec®

Product Information

Version: 3 PI-EU-EN 12-08-2011

Allergen Information

List of common allergens in accordance with the US Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act of 2004 (FALCPA) and EU labeling Directive 2000/13/EC with later amendments	Present as an ingredient in the product
Cereals containing gluten* and products thereof	No
Crustaceans and products thereof	No
Eggs and products thereof	No
Fish and products thereof	No
Peanuts and products thereof	No
Soybeans and products thereof	No
Milk and products thereof (including lactose)	Yes
Nuts* and products thereof	No
List of allergens in accordance with EU labeling Directive 2000/13/EC only	
Celery and products thereof	No
Mustard and products thereof	No
Sesame seeds and products thereof	No
Lupine and products thereof	No
Mollusks and products thereof	No
Sulphur dioxide and sulphites at concentrations of more than 10 mg/kg or 10 mg/litre expressed as SO ₂	No

* Please consult the EU Labeling Directive 2000/13 Annex IIIa for a legal definition of common allergens, see European Union law at: www.eu-lex.europa.eu

ANEXO III - DATOS DE LOS JUECES Y MUESTRA ELEGIDA

JUEZ	EDAD	GENERO	MUESTRA DE PREFERENCIA
1	21	F	283
2	22	M	283
3	26	F	946
4	47	F	283
5	50	M	946
6	22	F	283
7	34	F	283
8	21	M	547
9	20	M	283
10	26	F	547
11	21	M	283
12	19	M	946
13	46	F	547
14	22	M	283
15	22	M	946
16	18	F	946
17	33	M	283
18	45	F	547
19	23	F	547
20	18	M	283
21	20	F	283
22	21	M	946
23	23	M	283
24	20	F	283
25	19	F	547

26	21	M	946
27	24	M	283
28	24	F	283
29	21	F	946
30	22	M	547
31	25	M	283
32	26	M	283
33	33	F	283
34	31	M	283
35	47	M	283
36	30	F	946
37	25	F	283
38	35	F	547
39	34	M	283
40	22	F	283
41	28	M	547
42	28	M	283
43	32	F	283
44	48	F	946
45	37	F	283
46	48	F	283
47	23	M	283
48	18	F	946
49	18	M	283
50	19	M	283

ANEXO IV - FORMULARIO PARA ANÁLISIS SENSORIAL/ PRUEBA DE ACEPTACIÓN

Muestra #

Gusta Mucho	Gusta moderadamente	Gusta poco	Gusta ni disgusta	Disgusta poco	Disgusta moderadamente	Disgusta mucho
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

3. Marque en un cuadro para indicar su opinión del producto en cada categoría.

Dulzor

Muestra #	Muestra #	Muestra #
<input type="checkbox"/> 1 Poco dulce	<input type="checkbox"/> 1 Poco dulce	<input type="checkbox"/> 1 Poco dulce
<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2
<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3
<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 4
<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 5
<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 6
<input type="checkbox"/> 7 Muy dulce	<input type="checkbox"/> 7 Muy dulce	<input type="checkbox"/> 7 Muy dulce

4. Enliste las muestras de forma ascendente según su intención de compra.

Comentarios:

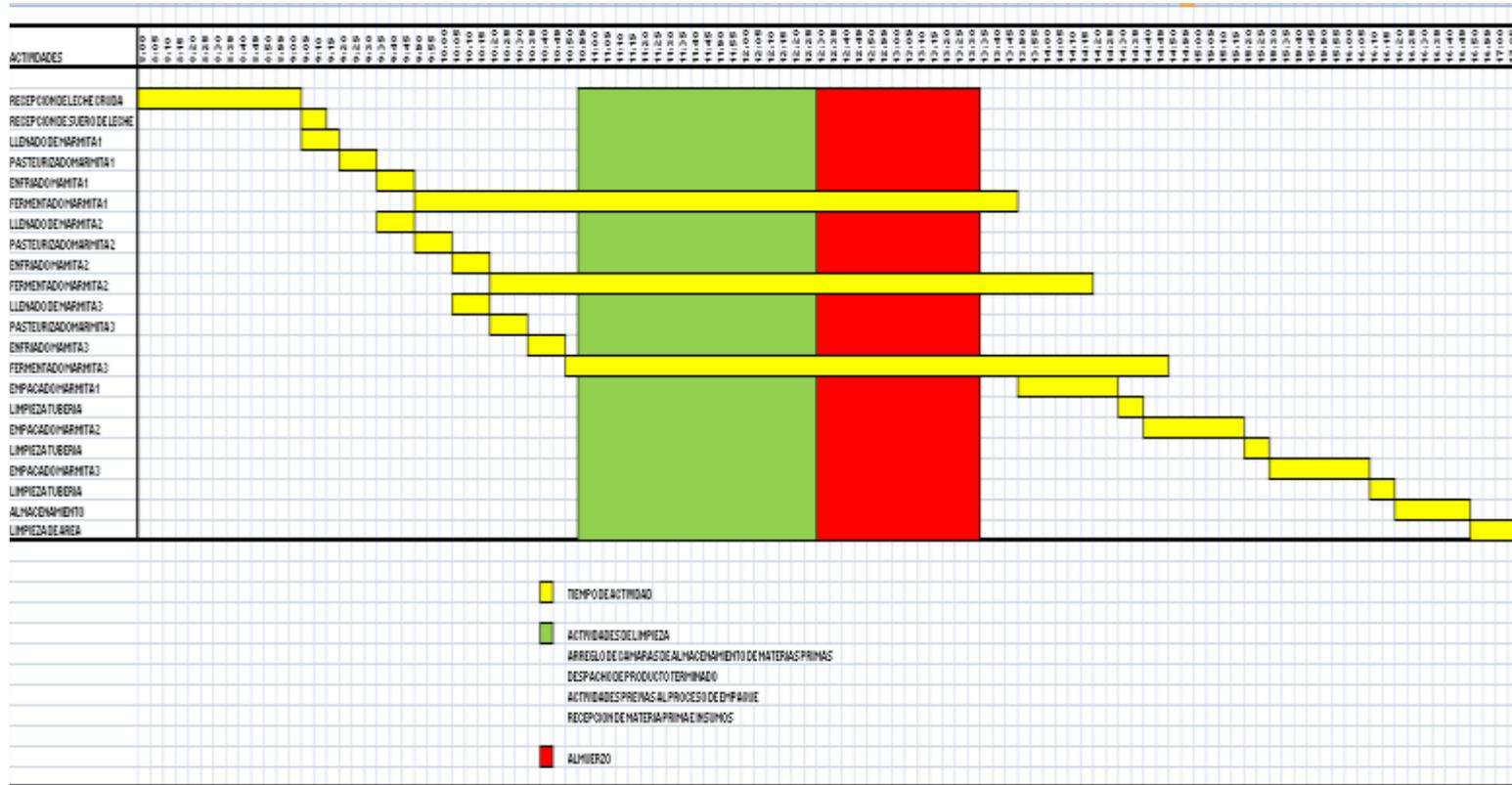
MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO V - PÉRDIDAS POR FRICCIÓN PARA ACCESORIOS ESTÁNDAR

Table 2.2 Friction Losses for Standard Fittings

Type of Fitting	C_{rf}
Elbows	
Long radius 45°, flanged	0.2
Long radius 90°, threaded	0.7
Long radius 90°, flanged	0.2
Regular 45°, threaded	0.4
Regular 90°, flanged	0.3
Regular 90°, threaded	1.5
180° Return bends	
180° return bend, flanged	0.2
180° return bend, threaded	1.5
Tees	
Branch flow, flanged	1.0
Branch flow, threaded	2.0
Line flow, flanged	0.2
Line flow, threaded	0.9
Union threaded	0.8
Valves	
Angle, fully open	2
Ball valve, $\frac{1}{3}$ closed	5.5
Ball valve, $\frac{2}{3}$ closed	210
Ball valve, fully open	0.05
Diaphragm valve, open	2.3
Diaphragm valve, $\frac{1}{4}$ closed	2.6
Diaphragm valve, $\frac{1}{2}$ closed	4.3
Gate, $\frac{3}{4}$ closed	17
Gate, $\frac{1}{4}$ closed	0.26
Gate, $\frac{1}{2}$ closed	2.1
Gate, fully open	0.15
Globe, fully open	10
Swing check, backward flow	∞
Swing check, forward flow	2

ANEXO VI - DIAGRAMA DE GANTT



Elaborado por: Michelle Romero/Michael Fajardo

ANEXO VII - CÁLCULO DE VAPOR PARA MARMITA

Flujo másico	\dot{m}	=	1000	kg/h
Calor específico mezcla	c_p	=	3.48	kJ/kg °K
Temperatura final	T_f	=	65	°C
Temperatura inicial	T_i	=	4	°C
Temperatura	ΔT	=	61	°C o K
Temperatura del vapor	T_s	=	70	°C
Calor	$Q = \dot{m} * c_p * \Delta T$			
Calor	Q	=	212588.06	kJ/h
	Eficiencia	=	85%	
Calor	Q	=	250103.60	kJ/h
Tabla A.4.2 presión, volumen específico, entalpia y entropía (70 C)				
Presión de vapor	P_s	=	31.19	kPa
Entalpia	H_c	=	292.98	kJ/kg
Entalpia	H_v	=	2626.8	kJ/kg
Volumen específico	V_c	=	0.001023	m³/kg
Volumen específico	V_v	=	5.042	m³/kg
Para una calidad de valor de 90%				
	H	=	$(0.1)H_c + (0.9)H_v$	
	H	=	2393.42	kJ/kg

Tabla A.4.1 (65 C)	cp agua	=	4.184	kJ/kg °C
Perdida de energía por condensado	Hc	=	cp agua * T final	
	Hc	=	271.96	kJ/kg
Calor proporcionado por vapor	Qs	=	$\dot{m}_s (H - H_c)$	
	Despejamos \dot{m}_s			
	\dot{m}_s	=	117.89	kg/h

ANEXO VII - PROPIEDADES DE VAPOR SATURADO (TABLA A.4.2)

Table A.4.2 (Continued)

Temperature (°C)	Vapor pressure (kPa)	Specific volume (m ³ /kg)		Enthalpy (kJ/kg)		Entropy (kJ/[kg °C])	
		Liquid	Saturated vapor	Liquid (H _f)	Saturated vapor (H _g)	Liquid	Saturated vapor
55	15.758	0.0010146	9.568	230.23	2600.9	0.7679	7.9913
60	19.940	0.0010172	7.671	251.13	2609.6	0.8312	7.9096
65	25.03	0.0010199	6.197	272.06	2618.3	0.8935	7.8310
70	31.19	0.0010228	5.042	292.98	2626.8	0.9549	7.7553
75	38.58	0.0010259	4.131	313.93	2635.3	1.0155	7.6824
80	47.39	0.0010291	3.407	334.91	2643.7	1.0753	7.6122
85	57.83	0.0010325	2.828	355.90	2651.9	1.1343	7.5445
90	70.14	0.0010360	2.361	376.92	2660.1	1.1925	7.4791
95	84.55	0.0010397	1.9819	397.96	2668.1	1.2500	7.4159
100	101.35	0.0010435	1.6729	419.04	2676.1	1.3069	7.3549
105	120.82	0.0010475	1.4194	440.15	2683.8	1.3630	7.2958
110	143.27	0.0010516	1.2102	461.30	2691.5	1.4185	7.2387
115	169.06	0.0010559	1.0366	482.48	2699.0	1.4734	7.1833
120	198.53	0.0010603	0.8919	503.71	2706.3	1.5276	7.1296
125	232.1	0.0010649	0.7706	524.99	2713.5	1.5813	7.0775
130	270.1	0.0010697	0.6685	546.31	2720.5	1.6344	7.0269

ANEXO VIII - PROPIEDADES FISICAS DEL AGUA (TABLA A.4.1)

Table A.4.1 Physical Properties of Water at the Saturation Pressure

Temperature		Density ρ (kg/m ³)	Coefficient of volumetric thermal expansion β ($\times 10^{-4}$ K ⁻¹)	Specific heat c_p (kJ/ [kg ^o C])	Thermal conductivity k (W/[m ^o C])	Thermal diffusivity α ($\times 10^{-6}$ m ² /s)	Absolute viscosity μ ($\times 10^{-6}$ Pa s)	Kinematic viscosity ν ($\times 10^{-6}$ m ² /s)	Prandtl number N_{Pr}
T (^o C)	T (K)								
0	273.15	999.9	-0.7	4.226	0.558	0.131	1793.636	1.789	13.7
5	278.15	1000.0	-	4.206	0.568	0.135	1534.741	1.535	11.4
10	283.15	999.7	0.95	4.195	0.577	0.137	1296.439	1.300	9.5
15	288.15	999.1	-	4.187	0.587	0.141	1135.610	1.146	8.1
20	293.15	998.2	2.1	4.182	0.597	0.143	993.414	1.006	7.0
25	298.15	997.1	-	4.178	0.606	0.146	880.637	0.884	6.1
30	303.15	995.7	3.0	4.176	0.615	0.149	792.377	0.805	5.4
35	308.15	994.1	-	4.175	0.624	0.150	719.808	0.725	4.8
40	313.15	992.2	3.9	4.175	0.633	0.151	658.026	0.658	4.3
45	318.15	990.2	-	4.176	0.640	0.155	605.070	0.611	3.9
50	323.15	988.1	4.6	4.178	0.647	0.157	555.056	0.556	3.55
55	328.15	985.7	-	4.179	0.652	0.158	509.946	0.517	3.27
60	333.15	983.2	5.3	4.181	0.658	0.159	471.650	0.478	3.00
65	338.15	980.6	-	4.184	0.663	0.161	435.415	0.444	2.76
70	343.15	977.8	5.8	4.187	0.668	0.163	404.034	0.415	2.55