



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA  
ELABORACIÓN DE KÉFIR EN LA MICROEMPRESA DE LÁCTEOS  
CAMILITA”**

**Trabajo de titulación**

**Tipo:** Proyecto técnico

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA:** ERIKA DANIELA TRUJILLO ESTRELLA

**TUTORA:** ING. MAYRA PAOLA ZAMBRANO VINUEZA

Riobamba – Ecuador

2019

©2019, **Erika Daniela Trujillo Estrella**

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

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que, el presente trabajo de titulación "DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE KÉFIR EN LA MICROEMPRESA DE LÁCTEOS CAMILITA" a responsabilidad de la señorita Erika Daniela Trujillo Estrella ha sido revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de titulación, quedando autorizada así su presentación.

FIRMA

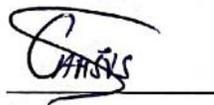
FECHA

Ing. Mayra Zambrano Vinuesa  
**DIRECTOR DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**



25-04-2019

Ing. Sonia Mercedes Vallejo Abarca  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



25-04-2019

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Erika Daniela Trujillo Estrella declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados obtenidos son originales y auténticos. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo las responsabilidades legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba. 10 de abril 2019



Erika Daniela Trujillo Estrella

060426551-2

“Yo, ERIKA DANIELA TRUJILLO ESTRELLA soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación de Grado pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.”

Erika Daniela Trujillo Estrella

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Leomar y Fredy, por mostrarme el camino hacia la superación.

Daniela

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco, primero a Dios por protegerme durante todo el trayecto de mi formación académica, y darme fuerzas para poder superar todos los obstáculos que se presentaron.

A mis padres por apoyarme y guiarme a lograr mis metas con su paciencia, compartiendo así, alegrías y fracasos.

A mis amigos, quienes me han ayudado directa e indirectamente en la realización de todo este proyecto.

Daniela

## CONTENIDO

RESUMEN.....	xx
SUMMARY.....	xxi

### CAPÍTULO I

<b>1</b>	<b>DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1.</b>	<b>Identificación del problema.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2.</b>	<b>Justificación del problema.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.</b>	<b>Línea base del proyecto.....</b>	<b>3</b>
<i>1.3.1.</i>	<i>Antecedentes de la empresa.....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2.</i>	<i>Marco conceptual.....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2.1.</i>	<i>Leche. Definiciones.....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2.2.</i>	<i>Leche cruda.....</i>	<i>4</i>
<i>1.3.2.3.</i>	<i>Propiedades físico-químicas de la leche.....</i>	<i>4</i>
<i>1.3.2.4.</i>	<i>Probióticos.....</i>	<i>5</i>
<i>1.3.2.5.</i>	<i>Fermentación láctica.....</i>	<i>6</i>
<i>1.3.2.6.</i>	<i>Fermentación alcohólica.....</i>	<i>7</i>
<i>1.3.2.7.</i>	<i>Historia del Kéfir.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.2.8.</i>	<i>Tipos de Kéfir.....</i>	<i>8</i>
<i>1.3.2.9.</i>	<i>Kéfir de leche.....</i>	<i>10</i>
<i>1.3.2.10.</i>	<i>Diferencias entre kéfir y yogurt.....</i>	<i>11</i>
<i>1.3.2.11.</i>	<i>Gránulos de kéfir.....</i>	<i>12</i>
<i>1.3.2.12.</i>	<i>Composición química del kéfir.....</i>	<i>13</i>
<i>1.3.2.13.</i>	<i>Composición Nutricional del kéfir.....</i>	<i>14</i>
<i>1.3.2.14.</i>	<i>Beneficios del Kéfir para la salud.....</i>	<i>16</i>
<b>1.4.</b>	<b>Beneficiarios directos e indirectos.....</b>	<b>16</b>
<i>1.4.1.</i>	<i>Beneficiarios Directos.....</i>	<i>16</i>
<i>1.4.2.</i>	<i>Beneficiarios Indirectos.....</i>	<i>17</i>

## CAPÍTULO II

<b>2</b>	<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO</b> .....	18
<b>2.1.</b>	<b>Objetivo general</b> .....	18
<b>2.2.</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	18

## CAPÍTULO III

<b>3</b>	<b>ESTUDIO TÉCNICO PRELIMINAR</b> .....	19
<b>3.1.</b>	<b>Localización del Proyecto</b> .....	19
<b>3.2.</b>	<b>Ingeniería del Proyecto</b> .....	20
<b>3.2.1.</b>	<i>Tipo de estudio</i> .....	20
<b>3.2.2.</b>	<i>Métodos y técnicas</i> .....	20
<b>3.2.2.1.</b>	<i>Métodos</i> .....	20
<b>3.2.2.2.</b>	<i>Técnicas</i> .....	21
<b>3.2.3.</b>	<i>Resultado de la caracterización de la materia prima</i> .....	33
<b>3.2.4.</b>	<i>Procedimiento a nivel de Laboratorio de Kéfir</i> .....	34
<b>3.2.4.1.</b>	<i>Equipos, materiales, materia prima y aditivos</i> .....	34
<b>3.2.4.2.</b>	<i>Curvas de crecimiento de los gránulos de Kéfir</i> .....	35
<b>3.2.4.3.</b>	<i>Esquema experimental para la elaboración de Kéfir</i> .....	37
<b>3.2.4.4.</b>	<i>Descripción del Procedimiento</i> .....	38
<b>3.2.5.</b>	<i>Resultado de la caracterización del Kéfir</i> .....	39
<b>3.2.6.</b>	<i>Estudio de Mercado</i> .....	40
<b>3.2.6.1.</b>	<i>Marco muestral</i> .....	40
<b>3.2.6.2.</b>	<i>Población</i> .....	40
<b>3.2.6.3.</b>	<i>Cálculo del tamaño de la muestra</i> .....	40
<b>3.2.6.4.</b>	<i>Proceso metodológico para el levantamiento de información</i> .....	41
<b>3.2.6.5.</b>	<i>Informe de resultados</i> .....	42
<b>3.2.6.6.</b>	<i>Análisis sensorial</i> .....	43
<b>3.2.7.</b>	<i>Operaciones Unitarias del proceso</i> .....	45
<b>3.2.7.1.</b>	<i>Filtrado</i> .....	45
<b>3.2.7.2.</b>	<i>Mezclado</i> .....	45
<b>3.2.7.3.</b>	<i>Pasteurizado</i> .....	46

<b>3.2.8.</b>	<b><i>Variables del Proceso</i></b> .....	46
<b>3.2.9.</b>	<b><i>Balance de masa y de energía</i></b> .....	47
3.2.9.1.	<i>Datos preliminares</i> .....	47
3.2.9.2.	<i>Balance de masa</i> .....	47
3.2.9.3.	<i>Cálculos de ingeniería</i> .....	51
3.2.9.4.	<i>Balance de energía</i> .....	58
3.2.9.5.	<i>Resultados del dimensionamiento</i> .....	70
<b>3.3.</b>	<b><i>Proceso de Producción</i></b> .....	71
<b>3.3.1.</b>	<b><i>Materia prima, aditivos e insumos</i></b> .....	71
<b>3.3.2.</b>	<b><i>Diagrama del proceso para la elaboración del Kéfir</i></b> .....	72
<b>3.3.3.</b>	<b><i>Descripción del diagrama</i></b> .....	74
3.3.3.1.	<i>Recepción y control de calidad de la materia prima</i> .....	74
3.3.3.2.	<i>Estandarización</i> .....	74
3.3.3.3.	<i>Pasteurización</i> .....	74
3.3.3.4.	<i>Enfriamiento</i> .....	74
3.3.3.5.	<i>Inoculación</i> .....	74
3.3.3.6.	<i>Fermentación láctica</i> .....	75
3.3.3.7.	<i>Fermentación alcohólica y batido</i> .....	75
3.3.3.8.	<i>Envasado y almacenado</i> .....	75
<b>3.3.4.</b>	<b><i>Validación del proceso</i></b> .....	75
3.3.4.1.	<i>Análisis físico-químico y microbiológico</i> .....	75
<b>3.4.</b>	<b><i>Distribución de la planta</i></b> .....	77
<b>3.4.1.</b>	<b><i>Descripción de las áreas de producción de la planta</i></b> .....	77
<b>3.4.2.</b>	<b><i>Capacidad de producción</i></b> .....	78
<b>3.4.3.</b>	<b><i>Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria</i></b> .....	79
3.4.3.1.	<i>Equipos con los que cuenta la planta para la elaboración de Kéfir</i> .....	79
3.4.3.2.	<i>Equipos requeridos para el proceso de elaboración de Kéfir</i> .....	80
3.4.3.3.	<i>Equipos requeridos para el control de calidad del proceso</i> .....	80
<b>3.5.</b>	<b><i>Análisis costo-beneficio del proyecto</i></b> .....	81
<b>3.5.1.</b>	<b><i>Costo de los equipos</i></b> .....	81
<b>3.5.2.</b>	<b><i>Costo de materia prima</i></b> .....	81
<b>3.5.3.</b>	<b><i>Costo de mano de obra</i></b> .....	82
<b>3.5.4.</b>	<b><i>Costo de análisis de laboratorio</i></b> .....	82
<b>3.5.5.</b>	<b><i>Costo de consumo de energía</i></b> .....	82

3.5.6.	<i>Presupuesto de producción</i> .....	83
3.5.7.	<i>Valor actual neto y Tasa interna de retorno</i> .....	83
3.6.	<b>Cronograma</b> .....	84
	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	86
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	90
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	92
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1</b>	Diferencia entre el yogurt y el kéfir.....	11
<b>Tabla 2-1</b>	Contenido de nutrientes por 100 g de kéfir.....	15
<b>Tabla 1-3</b>	Localización del Proyecto.....	19
<b>Tabla 2-3</b>	Toma de muestras.....	21
<b>Tabla 3-3</b>	Determinación de pH.....	22
<b>Tabla 4-3</b>	Determinación de la viscosidad.....	23
<b>Tabla 5-3</b>	Determinación de la densidad.....	24
<b>Tabla 6-3</b>	Determinación de Acidez titulable como ácido láctico.....	25
<b>Tabla 7-3</b>	Determinación de los grados Brix.....	26
<b>Tabla 8-3</b>	Determinación del porcentaje de grasa.....	27
<b>Tabla 9-3</b>	Prueba de reductasa.....	28
<b>Tabla 10-3</b>	Determinación del porcentaje de alcohol.....	30
<b>Tabla 11-3</b>	Caracterización físico-química de la leche cruda.....	31
<b>Tabla 12-3</b>	Análisis microbiológico.....	31
<b>Tabla 13-3</b>	Especificaciones de las leches fermentadas.....	32
<b>Tabla 14-3</b>	Requerimientos microbiológicos en leches fermentadas sin tratamiento térmico posterior a la fermentación.....	32
<b>Tabla 15-3</b>	Cantidad de microorganismos específicos en la leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación.....	33
<b>Tabla 16-3</b>	Análisis físico-químico de la leche cruda de la microempresa de Lácteos CAMILITA.....	33
<b>Tabla 17-3</b>	Análisis microbiológico de la leche cruda de la microempresa de Lácteos CAMILITA.....	34
<b>Tabla 18-3</b>	Materiales, equipos y reactivos.....	34
<b>Tabla 19-3</b>	Datos Tiempo vs Peso a 21°C.....	35
<b>Tabla 20-3</b>	Datos Tiempo vs Peso a 24°C.....	36
<b>Tabla 21-3</b>	Análisis físico-químico del Kéfir.....	39
<b>Tabla 22-3</b>	Análisis microbiológico del Kéfir.....	39
<b>Tabla 23-3</b>	Resultados de la encuesta.....	42
<b>Tabla 24-3</b>	Resultado del análisis sensorial del Kéfir natural.....	43
<b>Tabla 25-3</b>	VARIABLES del proceso.....	46
<b>Tabla 26-3</b>	Datos preliminares.....	47
<b>Tabla 27-3</b>	Resultados del dimensionamiento del tanque de recepción.....	70

<b>Tabla 28-3</b>	Resultados del dimensionamiento del Fermentador.....	71
<b>Tabla 29-3</b>	Materia prima, aditivos e insumos.....	72
<b>Tabla 30-3</b>	Resultados del análisis físico-químicos del kéfir.....	76
<b>Tabla 31-3</b>	Resultados del análisis microbiológico del kéfir.....	76
<b>Tabla 32-3</b>	Resultados del análisis microbiológico del kéfir para mohos y levaduras.....	76
<b>Tabla 33-3</b>	Resultados del análisis microbiológico de estabilidad del kéfir (después de 15 días) .....	77
<b>Tabla 34-3</b>	Descripción de los equipos que posee la planta.....	79
<b>Tabla 35-3</b>	Descripción de los equipos requeridos para el proceso.....	80
<b>Tabla 36-3</b>	Materiales necesarios para el control del proceso a nivel de laboratorio y de planta.....	80
<b>Tabla 37-3</b>	Costos de los equipos y materiales para la elaboración del kéfir.....	81
<b>Tabla 38-3</b>	Costos de la materia prima, aditivos e insumos para producir 180 litros de kéfir.....	81
<b>Tabla 39-3</b>	Costo de la materia prima, aditivos e insumos para producir 300 mL de kéfir...	82
<b>Tabla 40-3</b>	Costo de mano de obra.....	82
<b>Tabla 41-3</b>	Costo de análisis de laboratorio.....	82
<b>Tabla 42-3</b>	Costo de consumo de energía.....	82
<b>Tabla 43-3</b>	Relación costo beneficio para producción de kéfir.....	83
<b>Tabla 44-3</b>	Tasa de descuento.....	84
<b>Tabla 45-3</b>	Cálculo de la tasa interna de retorno.....	84
<b>Tabla 46-3</b>	Cronograma.....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Reacción de la fermentación láctica.....	6
<b>Figura 2-1:</b>	Reacción de la fermentación alcohólica.....	7
<b>Figura 3-1:</b>	Gránulos de Kéfir de agua vs Kéfir de leche.....	9
<b>Figura 4-1:</b>	Gránulos de Kéfir de leche.....	10
<b>Figura 1-3:</b>	Localización geográfica de la Microempresa de Lácteos CAMILITA.....	19

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Diagrama Tiempo vs Peso de Gránulos de Kéfir a 21°C.....	35
<b>Gráfico 2-3:</b>	Diagrama Tiempo vs Peso de Gránulos de Kéfir a 24°C.....	36
<b>Gráfico 3-3:</b>	Esquema experimental para la elaboración de kéfir.....	37
<b>Gráfico 4-3:</b>	Textura del Kéfir.....	43
<b>Gráfico 5-3:</b>	Olor del Kéfir.....	44
<b>Gráfico 6-3:</b>	Sabor del Kéfir.....	44
<b>Gráfico 7-3:</b>	Diagrama de flujo del proceso de producción de kéfir.....	73
<b>Gráfico 8-3:</b>	Capacidad de producción .....	78

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Número de estudiantes Matriculados en la escuela de Agroindustria
- ANEXO B:** Número de Estudiantes Matriculados en la escuela de Gastronomía
- ANEXO C:** Diagrama de relación del Número de Reynolds con el Número de potencia
- ANEXO D:** Formato de encuesta
- ANEXO E:** Formato de la prueba para el análisis sensorial
- ANEXO F:** Microempresa de lácteos CAMILITA
- ANEXO G:** Proceso de elaboración de kéfir a nivel de laboratorio
- ANEXO H:** Determinación de las propiedades físico-químicas
- ANEXO I:** Análisis físico-químicos de la leche cruda
- ANEXO J:** Análisis microbiológico de la leche cruda
- ANEXO K:** Análisis físico-químicos y microbiológico del Kéfir
- ANEXO L:** Recuento de mohos y levaduras del Kéfir fresco
- ANEXO M:** Recuento de mohos y levaduras del Kéfir después de 15 días de su elaboración
- ANEXO N:** Tanque de recepción
- ANEXO O:** Serpentín
- ANEXO P:** Tanque externo
- ANEXO Q:** Fermentador
- ANEXO R:** Distribución de la planta

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

$h$	Altura del Tanque de recepción, m
$H_f$	Altura del fermentador, m
$W_p$	Altura de las paletas, m
$h_p$	Altura del pasteurizador, m
$H_s$	Altura del serpentín, m
$L_p$	Ancho de las paletas del agitador, m
$A_f$	Área del fermentador, m <sup>2</sup>
$A_t$	Área del tanque de recepción, m <sup>2</sup>
$A_{Tp}$	Área de transferencia de calor del pasteurizador, m <sup>2</sup>
$A_{Ts}$	Área de transferencia de calor en el serpentín, m <sup>2</sup>
$A_{aislante}$	Área del aislante, m <sup>2</sup>
$A_{externa}$	Área de la cara externa del fermentador, m <sup>2</sup>
$Q_{ambiente}$	Calor ganado por el ambiente, KW
$Q_{C2}$	Calor ganado por el agua de enfriamiento, KW
$Q_L$	Calor ganado por la leche, KW
$Q_{P2}$	Calor ganado por las paredes del serpentín, KW
$Q_{L2}$	Calor perdido por la leche en la etapa de enfriamiento, KW
$Q_{pared}$	Calor perdido por las paredes del fermentador, KW
$Q_p$	Calor perdido por las paredes del pasteurizador, KW
$Q_{rx}$	Calor perdido por la reacción. KW
$Q$	Calor producido por Kg de glucosa fermentada, KJ/Kg
$Q_C$	Calor suministrado por la caldera, KW
$Cp_{63°C}$	Capacidad calorífica de la leche a 63°C, KJ/Kg.°C
$Cp_{24°C}$	Capacidad calorífica de la leche a 24°C, KJ/Kg.°C
$Cp_{kéfir}$	Capacidad calorífica del kéfir, KJ/Kg.°C
$\beta$	Coefficiente de expansión volumétrica, °C <sup>-1</sup>
$h_{ci}$	Coefficiente de convección interna, W/m <sup>2</sup> .°C
$h_{co}$	Coefficiente de convección del aire, W/m <sup>2</sup> .°C
$h_{ro}$	Coefficiente de radiación, W/m <sup>2</sup> .°C

$h_{co1}$	Coeficiente de convección del aire con aislante, W/m <sup>2</sup> .°C
$h_{ro1}$	Coeficiente de radiación con aislante, W/m <sup>2</sup> .°C
$U_p$	Coeficiente global de transferencia de calor en el pasteurizador, W/m <sup>2</sup> .°C
$U_{p2}$	Coeficiente global de transferencia de calor en el enfriamiento, W/m <sup>2</sup> .°C
$K_{acero}$	Coeficiente de transmisión térmica del metal, W/m <sup>2</sup> .°C
$K_{aislante}$	Coeficiente de transmisión térmica del aislante, W/m <sup>2</sup> .°C
$\vartheta$	Constante de Stefan-Boltzman, W/m <sup>2</sup> .K <sup>4</sup>
$\rho_{mezcla}$	Densidad de la mezcla. Kg/L
$\rho_{leche}$	Densidad de la leche, Kg/L
$\rho_{kéfir}$	Densidad del kéfir, Kg/L
$D_f$	Diámetro del fermentador, m
$D_p$	Diámetro de las paletas del agitador, m
$D_t$	Diámetro del tanque de recepción, m
$D_s$	Diámetro del serpentín, m
$d_s$	Diámetro externo del tubo del serpentín, m
$E_p$	Distancia mínima de las paletas con relación al piso del fermentador
$\varepsilon_{acero}$	Emisividad del acero
$\varepsilon$	Emisividad del poliuretano
$\Delta\bar{H}_{C_6H_{12}O_6}^\circ$	Entalpia de formación de la glucosa, Kg/mol
$\Delta\bar{H}_{C_3H_6O_3}^\circ$	Entalpia de formación del ácido láctico, Kg/mol
$E$	Entrada
$e_{aislante}$	Espesor del aislante, m
$fs$	Factor de seguridad
$G$	Gravedad, m/s <sup>2</sup>
$L_s$	Longitud del serpentín, m
$m_{azúcar}$	Masa del azúcar, Kg
$m_{conservante}$	Masa del conservante, Kg
$m_{cultivo}$	Masa del cultivo, Kg
$m_{lactosa}$	Masa de lactosa, Kg
$m_{leche}$	Masa de leche, Kg
$m_m$	Masa de la mezcla, Kg
$m_{kéfir}$	Masa del kéfir. Kg
$m_v$	Masa de vaporización, Kg

$m_i$	Masa inicial, Kg
$Re$	Número de Reynolds
$n$	Número de revoluciones
$Np$	Número de potencia
$n_s$	Número de espiras
$Gr$	Número de Grashof
$Pr$	Número de Prandlt
$P_m$	Pérdida de masa, Kg
$V$	Pérdida por evaporación
$P$	Potencia
$r_t$	Radio del tanque de recepción, m
$r_p$	Radio del pasteurizador, m
$r_f$	Radio del fermentador, m
$r_2$	Radio externo del fermentador, m
$r_3$	Radio externo del aislante, m
$R_{cv}$	Resistencia de convección
$R_{cd}$	Resistencia de conducción
$R_{rd}$	Resistencia de radiación
$S$	Salida
$e_s$	Separación entre espiras adyacentes
$T_p$	Temperatura de pasteurización, °C
$T_A$	Temperatura de alimentación, °C
$T_F$	Temperatura de fermentación, °C
$T_{aislante}$	Temperatura del aislante, °C
$\mu_{kéfir}$	Viscosidad del kéfir, Kg/m.s
$\mu_{leche-kéfir}$	Viscosidad media leche – kéfir, Kg/m.s
$V_t$	Volumen del tanque de recepción, m <sup>3</sup>
$V_{leche}$	Volumen de la leche, L
$V_{kéfir}$	Volumen del kéfir, L
$V_f$	Volumen del fermentador, L
$V_m$	Volumen de la mezcla, L
$V_v$	Volumen de vaporización, L

## RESUMEN

El principal objetivo de la realización de este trabajo de titulación es el diseño de un proceso industrial para la elaboración de kéfir en la microempresa de lácteos "CAMILITA". Es un proyecto de tipo técnico, el cual empezó con la caracterización de la materia prima basado en los parámetros que establece la norma NTE INEN 09:2012; siguiendo con los ensayos de laboratorio para identificar las diferentes variables existentes en el proceso para elaborar Kéfir; el dimensionamiento de los equipos necesarios para el proceso de producción y finalmente la validación del proceso según la norma NTE INEN 2395: 2011; Como resultado de lo antes mencionado se obtuvo una leche fermentada a partir de gránulos de kéfir con un pH de 4.08 a una temperatura de 24°C con un tiempo de fermentación láctica de 22 horas y una fermentación alcohólica de 2 días, determinando un grado alcohólico de 0.55%; a través de las variables del proceso se realizó el dimensionamiento de los equipos los cuales son un tanque de recepción y un fermentador de serpentín, igualmente que los balances de masa y energía correspondientes, en el proceso se obtuvo un rendimiento del 87% produciéndose cada 3 días un lote de 180 litros de kéfir, las dimensiones del tanque de recepción son: altura 0.62m; diámetro 0.70m; volumen 0.240 m<sup>3</sup> y área 1.75 m<sup>2</sup>, y para el fermentador de serpentín son: volumen: 0.21 m<sup>3</sup>; diámetro: 0.65 m; altura: 0.65 m; área: 2.21 m<sup>2</sup>; altura del serpentín: 0.45 m; número de espiras: 10 m; longitud del serpentín: 15.70 m y área del serpentín: 0.63 m<sup>3</sup>. También cuenta con un agitador de paletas que homogeniza la mezcla cada 8 horas en la etapa de fermentación alcohólica cuyas dimensiones son: diámetro: 0.22m; altura: 0.04m; ancho: 0.05m.; ambos serán construidos con acero inoxidable tipo 304.

**Palabras clave:** <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <PROCESOS INDUSTRIALES>, <ELABORACIÓN DE KÉFIR>, <DISEÑO INDUSTRIAL>, <DIMENSIONAMIENTO>, <VARIABLES DEL PROCESO>, <FERMENTACIÓN LÁCTICA>, <FERMENTACIÓN ALCOHOLICA>



## ABSTRACT

The main objective for the achievement of this degree work is the design of an industrial process for the manufacture of kefir in the dairy micro-enterprise "CAMILITA". It is a technical project, which started with the characterization of the raw material based on the parameters established by the NTE INEN 09: 2012 standard; following with the laboratory tests to identify the different variables existing in the process to elaborate Kefir; the dimensioning of the necessary equipment for the production process and finally the validation of the process according to the NTE INEN 2395: 2011 standard; a fermented milk was obtained from kefir granules with a pH of 4.08 at a temperature of 24 ° C with a lactic fermentation time of 22 hours as a result of the above mentioned and an alcoholic fermentation of 2 days, determining an alcoholic strength of 0.55%; The dimensioning of the equipment was carried out through the variables of the process, which are a reception tank and a coil fermenter, like the corresponding mass and energy balances, a yield of 87% was obtained in the process producing a batch of 180 liters of kefir every 3 days, the dimensions of the receiving tank are: height 0.62m; diameter 0.70m; volume 0.240 m<sup>3</sup> and area 1.75 m<sup>2</sup>, and for the coil fermenter are: volume: 0.21 m<sup>3</sup>; diameter: 0.65 m; height: 0.65 m; area: 2.21 m<sup>2</sup>; height of the coil: 0.45 m; number of turns: 10 m; Coil length: 15.70 m and coil area: 0.63 m<sup>3</sup>. It also has a paddle stirrer that homogenizes the mixture every 8 hours in the alcoholic fermentation stage whose dimensions are: diameter: 0.22m; height: 0.04m; width: 0.05m.; both will be built with type 304 stainless steel.

**Key words :** <ENGINEERING AND CHEMICAL TECHNOLOGY>, < INDUSTRIAL PROCESSES>,< KEFIR MANUFACTURE >, < INDUSTRIAL DESIGN>,<DIMENSIONING>, < VARIABLES OF THE PROCESS >, < LACTIC FERMENTATION>< ALCOHOLIC FERMENTATION>



# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1. Identificación del problema

En el Ecuador hay una súper producción de leche la cual tiene un costo accesible y por ello se tiende a desperdiciar éste recurso. El sector lechero del Ecuador está tratando de mejorar y sacar un mayor provecho a su producción y se están realizando las inversiones necesarias para fomentar una comercialización más justa para el productor, la leche que es producida a diario puede ser utilizada para la elaboración de otros productos que los ya tradicionalmente conocidos.

Tungurahua es una provincia con gran potencial para la agroindustria, es catalogada como la quinta provincia con más producción de leche en el Ecuador, muchas microempresas se han creado con el fin de obtener productos de calidad procesando su propia materia prima. Este sector ha visto la necesidad de desarrollar más productos lácticos para generar empleo y mejorar la alimentación de su población (INEC, 2015).

Una de las microempresas que se han desarrollado en el mercado es Lácteos “CAMILITA”, ubicada en el cantón Pillaro, provincia de Tungurahua, que durante muchos años han estado dedicada a la producción de quesos, dando como resultado un gran éxito. Por otro lado, desde su fundación su objetivo no solo fue la elaboración de quesos, también implementar una diversidad de productos lácteos como leches saborizadas, yogurt y otros productos que esperan producir en un futuro.

En la actualidad, Lácteos “CAMILITA” esta en búsqueda de un desarrollo económico e industrial, por lo cual pretende incorporar un artículo innovador y saludable, el Kéfir, ya que se conoce que este producto ofrece varios beneficios además de ser novedoso en el mercado. No obstante, para esta microempresa la insuficiencia de un diseño técnico para la elaboración de Kéfir, ha representado un inconveniente para que pueda aumentar sus productos y multiplicar sus ingresos.

## **1.2. Justificación del problema**

Desde diferentes puntos de vista la leche es uno de los principales productos agropecuarios en Ecuador y constituye una de las primordiales fuentes de ingreso para el país por lo que juega un papel muy importante para el desarrollo del mismo. Últimamente, la obtención de leche, fundamentalmente en la región Sierra, se ha expandido en el mercado significativamente por la gran cantidad de personas dedicadas a la crianza de ganado lechero. Encontramos en el mercado una diversidad de lácteos a distintos costos y presentaciones (SIAGRO, 2006).

En nuestro país, gracias a la interacción entre campos y ciudades, las personas han podido crear su propio negocio, resultando así la creación de varias microempresas en diferentes campos, incluso que se han podido apoyar unas a otras, y en la mayoría sus productos han sido aprobados por la comunidad. Lácteos “CAMILITA” ha logrado introducir sus productos, por ejemplo, sus quesos que tienen bastante aceptación en el mercado por su exquisito sabor y una excelente calidad, como resultado a su arduo trabajo perseverante.

Éste diseño se justifica por la finalidad de ofrecer ayuda al progreso de la microempresa de Lácteos “CAMILITA”, con el objetivo de dar a conocer un nuevo producto en nuestro medio, el Kéfir, para lo cual se propone el diseño del proceso industrial, que deberá ser de calidad y que además satisfaga las necesidades de los futuros clientes, el mismo que tendrá que mantenerse en el rango de los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2395:2011 para Leches Fermentadas.

Lácteos “CAMILITA” se preocupa en distribuir un producto libre de riesgos por insalubridad. Por ello, se considerará las Buenas Prácticas de Manufactura para el presente proyecto, dando como resultado un producto de calidad, respetando así las diferentes normas de salubridad y manejo de los insumos, buscando evitar daños a la salud de los consumidores por parte de los productos que son elaborados en dicha empresa.

### **1.3. Línea base del proyecto**

#### ***1.3.1. Antecedentes de la empresa***

La empresa de lácteos “CAMILITA” ubicada en el cantón Santiago de Pillaro, en la provincia de Tungurahua, es una empresa familiar artesanal que se inició como un pequeño proyecto en el año 2013, estuvieron en un periodo de prueba alrededor de tres años con la elaboración de quesos los cuales se comercializaban con familiares y vecinos allegados a los mismos.

Tiempo después en vista de que su producto fue aceptado, se empezó con la idea de incrementar la producción bajo normas y estándares de calidad. En el año 2016 su propietario el Señor Nelson Ernesto Colcha Lliquin estableció su negocio como empresa con numero de RUC 0604345348001 llamándola “CAMILITA” en honor a su hija.

Sus inicios como empresa ya establecida no fueron nada fáciles ya que al aumentar su producción debían encontrar nuevos clientes, para esto lo realizaron en forma de venta directa, es decir, que realizaron sus ventas puerta a puerta, visitando tiendas, mercados, etc. Para así dar a conocer su producto en el mercado.

Gracias a su gran aceptación de sus productos en el mercado empresas CAMILITA distribuye sus productos a grandes ciudades como Guayaquil y Quito además de Riobamba, Ambato, Portoviejo, Machala, Ibarra y Cuenca. La empresa actualmente cuenta con 7 trabajadores, los cuales están distribuidos en el área de producción, de administración y transporte. Los productos que se elaboran en gran magnitud en esta empresa son especialmente quesos de pesos diferentes y yogurt en distintas presentaciones.

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

##### ***1.3.2.1. Leche. Definiciones***

A menudo descrita como "La comida perfecta de la naturaleza", la leche para los mamíferos recién nacidos es el fundamento de la vida. Es un líquido blanquecino opaco, que se sintetiza y almacena, y se expulsa a través de las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, únicamente con el

objetivo de alimentar a sus recién nacidos. Es el primer alimento de los mamíferos, que aporta todos los nutrientes necesarios para la supervivencia y crecimiento inicial hasta el destete (Velten, 2010).

La leche es un líquido segregado por mamíferos hembras a través de las glándulas mamarias, después del nacimiento de la cría. Es un líquido de estructura compleja, blanco y turbio, de sabor dulzón y con un pH ligeramente ácido (Alais, 1998).

La leche es un alimento elemental que tiene la principal función de satisfacer los aspectos nutricionales importantes, que lo consigue gracias a su mezcla en equilibrio de proteínas, grasa, carbohidratos, sales y otros componentes menores que forman parte de su composición (Ramírez, 2010).

Producto que resulta de la secreción mamaria normal de los animales bovinos lecheros saludables, obtenida mediante uno o varios ordeños al día, higiénicos, completos e ininterrumpidos, exento de cualquier tipo de aditivo, destinada como materia prima para posteriores tratamientos o procesos de producción para su consumo (NTE INEN 0009, 2012).

#### *1.3.2.2. Leche cruda*

Según la norma INEN 0009 la leche cruda se define como la sustancia que no tiene ningún tipo de modificación en su composición, además de no estar sometida a ningún tipo de tratamiento térmico, únicamente el enfriamiento para su conservación, por lo que su temperatura no ha superado los 40°C que es la temperatura de la leche inmediatamente después de ser extraída de la ubre.

Se define a la leche cruda entera como el producto íntegro, que no ha sido sometido a ningún tratamiento térmico, no ha sido alterado ni adulterado y proviene de ordeño higiénico, regular y completa de una vaca en buen estado de salud y con una buena alimentación, sin calostro y libre de color, olor, sabor y consistencia anormales (Ramírez, 2010).

#### *1.3.2.3. Propiedades físico-químicas de la leche*

pH: Generalmente la leche posee una reacción iónica casi neutra, la leche de vaca posee una reacción cercana a la neutralidad con un pH promedio comprendido entre 6.5 y 6.8 como consecuencia de la presencia de caseína, se debe recalcar que el pH puede variar gracias a diversos factores como el ciclo de lactación y la alimentación del mamífero (Alais, 1998, pp. 191).

Acidez: La leche fresca es neutra al tornasol, cuando envejece o está mal conservada aumenta su acidez, la valoración de la misma se consigue agregando, gota a gota, solución de hidróxido de sodio 0,1N, hasta que la fenolftaleína adquiera color rojo, la acidez normal es de 14 a 200 DORNIC. Si la leche tiene más de 250 DORNIC es inapto para el consumo humano (Alais, 1998, pp. 192).

Viscosidad: La leche tiene una viscosidad más alta que el agua, esto se debe, más que todo, a la materia grasa en fase globular y las macromoléculas proteicas. La viscosidad media a 20°C, en centipoises en la leche entera es 2,2 (Alais, 1998, pp. 193).

Densidad: Éste valor no es constante ya que depende de varios factores como la concentración de los elementos disueltos y en suspensión además de la proporción de materia grasa. La densidad de las leches varía individualmente, los parámetros promedios se encuentran entre 1,030 y 1,033 g/mL a la temperatura de 15° (Alais, 1998, pp. 194).

Potencial de óxido-reducción: La leche de vaca fresca posee un potencial "redox" (Eh) positivo comprendido entre +0,20 y +0,30 volt. Se determina por la diferencia del potencial creado por un electrodo de platino colocado en una solución se mide con referencia a un electrodo de calomelanos tomados como patrón. Un valor positivo indica propiedades oxidantes y un valor negativo indica las propiedades reductoras (Alais, 1998, pp. 195).

Punto de ebullición: la leche hierve por encima de los 100°, entre 100,17° y 100,15°, pero en el curso del calentamiento se producen cambios en el equilibrio de los estados que influyen sobre el resultado. (Alais, 1998, pp. 185).

#### *1.3.2.4. Probióticos*

Los probióticos son ingredientes no digeribles de la dieta que producen efectos beneficiosos estimulando selectivamente el crecimiento y actividad de uno o más tipos de bacterias en el colon, las que tienen a su vez la propiedad de elevar el potencial de salud hospedero (Torres, 1999).

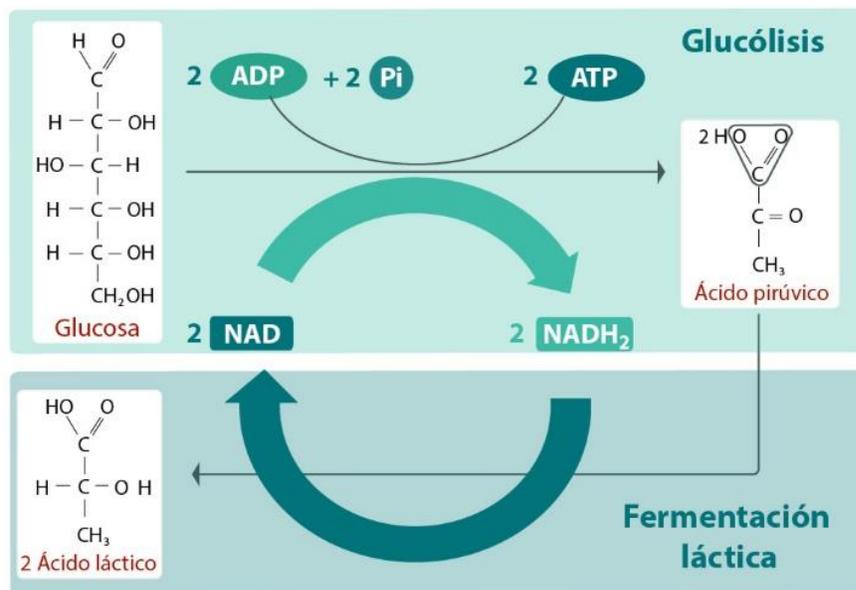
Los microorganismos probióticos han sido clasificados de manera muy amplia en lactobacilos y bifidobacterias y algunas levaduras con características probióticas semejantes. Estas bacterias con empleadas en productos lácteos fermentados (Hopkins, 1998).

### 1.3.2.5. Fermentación láctica

Es un proceso celular anaeróbico donde se utiliza glucosa para obtener la energía y donde el residuo es el ácido láctico, éste procedimiento lo realizan muchas bacterias, hongos, algunos protozoos y en los tejidos animales. Esto ocurre gracias a que los microorganismos toman la glucosa presente en algunos alimentos y la transforman en ácido láctico y dióxido de carbono (Foster, 2000).

Las bacterias que producen el ácido láctico son el *Lactobaccillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* y *Streptococcus thermophilus*. Estos microorganismos responsables de la fermentación se encuentran en la leche (Foster, 2000).

Por medio de la fermentación láctica el metabolismo del piruvato es reducido a lactato a través de la reacción de glucólisis, la cual necesita de glucosa y de la coenzima NAD<sup>+</sup> (nicotinamida adenina dinucleótido) para producirse, y en ausencia de oxígeno, el NADH no se puede oxidar a NAD<sup>+</sup> (y se interrumpe la glucólisis) el mismo que es esencial para que ocurra el proceso de oxidación del piruvato. En estas circunstancias el piruvato se reduce a lactato, aceptando los electrones del NADH y produciendo así el NAD<sup>+</sup>, imprescindible para seguir la glucólisis y obtener energía ATP. Éste tipo de fermentación es responsable de la elaboración de productos lácteos acidificados ya que el ácido láctico tiene excelentes propiedades conservantes de los alimentos (Foster, 2000).



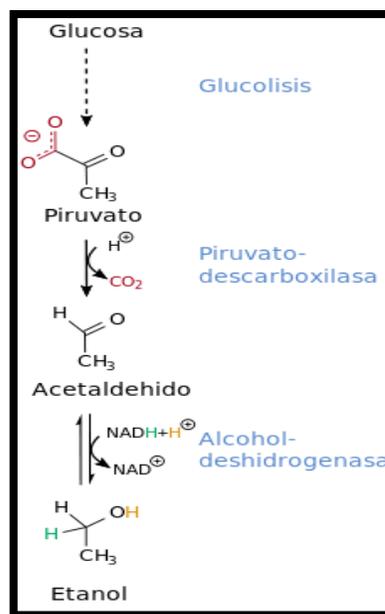
**Figura 1-1:** Reacción de la fermentación láctica  
**Fuente:** (UNAN, 2017) Fermentación láctica

### 1.3.2.6. Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica conocida también como etanol o incluso etílica, es un proceso biológico en plena ausencia de aire ( $O_2$ ), producido por el metabolismo de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono (azúcares como glucosa, sacarosa, fructosa y almidón) para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol cuya fórmula química es  $CH_3CH_2OH$ , dióxido de carbono  $CO_2$  en forma de gas y moléculas de ATP que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico (Larpent, 1995. pp. 85).

La fermentación alcohólica tiene como finalidad biológica proporcionar energía, en ausencia de oxígeno, a los microorganismos unicelulares anaeróbicos. Para ello disgregan las moléculas de glucosa y obtienen la energía necesaria para sobrevivir produciendo alcohol y  $CO_2$  como desechos, resultado de la fermentación (Larpent, 1995. pp. 85).

Las levaduras son cuerpos unicelulares que se denominan microorganismos anaeróbicos facultativos, están presentes de forma natural en algunos alimentos como frutas, cereales y verduras. Se puede decir que el 96% de la producción de etanol lo llevan a cabo hongos microscópicos, diferentes especies de levaduras entre las que se encuentran principalmente *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces fragilis*, *Torulaspota* y *Zymomonas mobilis* (Larpent, 1995. pp. 86).



**Figura 2-1:** Reacción de la fermentación alcohólica  
**Fuente:** (UNAN, 2017) Fermentación alcohólica

### *1.3.2.7. Historia del Kéfir*

El kéfir es un tipo de leche fermentada que se produce al inocular los granos de kéfir en la leche, que consiste principalmente en bacterias y levaduras. El bacilo y sus metabolitos también han encontrado algunas aplicaciones biotecnológicas en muchos aspectos.

El kéfir es popular en Rusia, algunos países de los Balcanes y Medio Oriente, se originó en el área adyacente a la cordillera del Cáucaso. Aunque se desconoce el origen de los granos de kéfir, éste se elaboró por primera vez con leche de cabra con granos de kéfir en una bolsa de piel de cabra colgando dentro de la casa durante el invierno y afuera durante el verano (Ozer, 1999).

Tradicionalmente, el kéfir se producía mediante la inoculación de la leche con granos de kéfir o mediante el método europeo ampliamente adoptado, que implicaba el uso del cultivo de leche a granel obtenido por los granos de kéfir para la inoculación de la leche (Puhan et al., 1985).

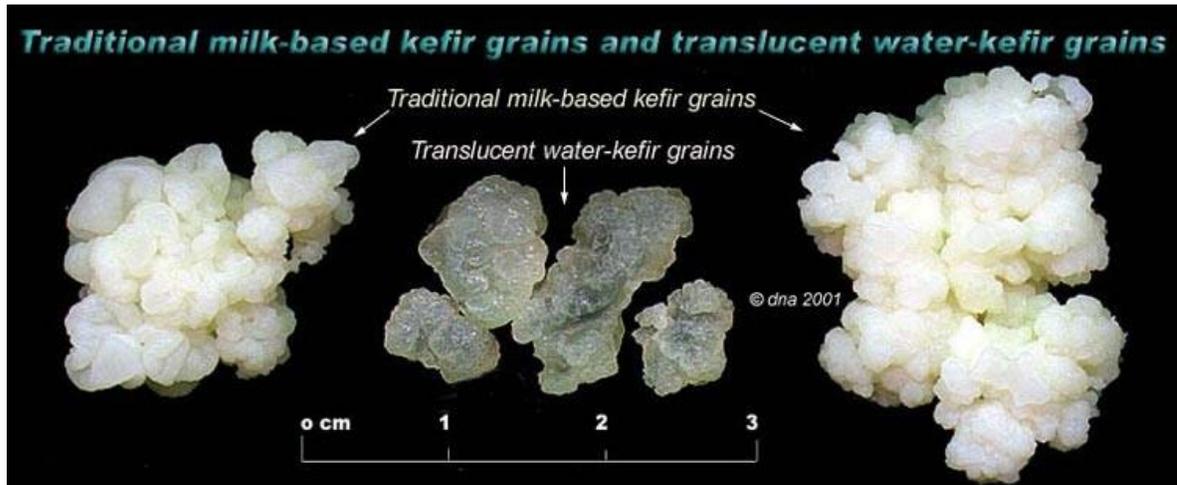
Kurmman (1984) clasificó el kéfir en la clase de leche fermentada con ácido láctico mixto y etanol y puede ser subclasificado adicionalmente como el kéfir obtenido usando granos de kéfir y kéfir artificial obtenido sin granos de kéfir. El kéfir producido a partir de cultivos puros no recibió puntuaciones altas en la evaluación sensorial en Canadá a menos que se endulzara.

Duitschaever et al. (1987) también mostró que solo alrededor del 40% de las personas que probaron kéfir natural por primera vez le dieron una calificación de sabor positiva. La adición de sabor a melocotón, o la modificación del proceso de fermentación (por ejemplo, la adición de lactococos, lactobacilos o levaduras) aumentó la aceptabilidad del kéfir, en comparación con el kéfir tradicional.

### *1.3.2.8. Tipos de Kéfir*

Para poder elaborar cualquier tipo de kéfir es necesario poner en contacto estos gránulos en un medio rico en nutrientes, como la leche o agua azucarada, y estos empezaran a consumir los nutrientes para realizar sus funciones vitales, además de multiplicarse y crecer en el medio al que han sido determinados. Al ir consumiendo los azúcares, liberan en la bebida los subproductos de su metabolismo.

El kéfir se puede clasificar por el medio en el que se desarrolla, por ende, tenemos el kéfir de agua y el kéfir de leche y para poder diferenciarles es necesario conocer las características de cada uno, ya que las especies que forman esos grupos microbianos se han adaptado al medio en donde se cultivan y no son iguales en la leche o en el agua azucarada (Marchin, 2015).



**Figura 3-1:** Gránulos de kéfir de agua vs kéfir de leche  
**Fuente:** (Prokey Drinks S.L, 2018) Alimentación prebiótica y probiótica

En realidad, ambos son un cultivo de aspecto granuloso y formado por cepas de levaduras. La primera discrepancia que podemos apreciar a simple vista es el color, los gránulos de kéfir de agua son transparentes mientras que los gránulos de leche son blanquecinos.

Un aspecto importante sobre estos microorganismos es que, si usamos gránulos de kéfir de agua para fermentar leche o viceversa, quizás funcione y lo fermente parcialmente, pero estaría lejos del resultado adecuado. Esto se debe porque en la leche hay grasas, lactosa y proteínas lácteas por los que el kéfir de leche usa estos nutrientes para la fermentación, un microorganismo que depende de ácido graso, en agua azucarada, no podrá sobrevivir (Sanmartino, 2015).

Los gránulos de kéfir de agua consumen los azúcares que hemos añadido y generan ácidos orgánicos, CO<sub>2</sub>, péptidos con actividad antibiótica, vitaminas etc. Finalmente se obtiene un agua fermentada totalmente distinta a que se prepara inicialmente. A parte de tener cantidades significativas de calorías.

Según la NTE INEN 2395:2011 el Kéfir de leche se clasifica según la intensidad de su grado alcohólico en suave y fuerte. El kéfir de leche suave tiene un rango de porcentaje alcohólico entre 0.5 a 1.5% mientras que el kéfir fuerte tiene un máximo de 3% de alcohol (Castagna, 2015).

#### 1.3.2.9. Kéfir de leche

El kéfir es producto de una mezcla de fermentaciones ácidas y alcohólicas de la leche. El ácido lo producen organismos parecidos a *Streptococcus lactis* y *Lactobacillus bulgaricus*., mientras que el alcohol lo producen levaduras fermentadoras de la lactosa, pero presumiblemente no son necesarios para hacer el Kéfir. El contenido de ácido láctico suele ser de alrededor del 0,8% y el nivel de alcohol es de alrededor del 1,0%. El dióxido de carbono es el otro subproducto principal de la fermentación en kéfir que causa su efervescencia (INEN 2395, 2011).

La leche kefirada tiene un sabor efervescente natural, refrescante, ácido y ligeramente agrio, con un suave aroma a levadura fresca, la coagulación de la leche resulta de la precipitación de las proteínas de la leche y ocurre por el descenso de pH debido a la presencia de ácido láctico, se elimina el calcio y el ácido fosfórico debido a una peptonización, se forma ácido láctico, carbónico, butírico y acético. El kéfir es mucho más asimilable que la leche ya que se consigue coagular la caseína y por ende las personas que son intolerantes a la lactosa podrán tomarlo sin ningún problema (Rodríguez, 2014).



**Figura 4-1:** Gránulos de Kéfir de leche  
**Fuente:** (Admiblog, 2018) Kéfir de leche

### 1.3.2.10 Diferencias entre kéfir y yogurt

**Tabla 1-1:** Diferencias entre el yogurt y el kéfir

<b>YOGURT</b>	<b>KÉFIR</b>
Solo se lleva a cabo la fermentación láctica	Se producen dos tipos de fermentación, láctica y alcohólica
Es espeso	Su consistencia se puede decir que es más ligera que la de un yogurt y más espesa que una leche saborizada.
Posee la caseína cuajada	Posee la caseína solubilizada
Los microorganismos que se usan para su preparación son de tipo <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Contiene especies de bacterias como: <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> , <i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> y <i>Lactobacillus kéfir</i> . Además, que contiene las siguientes levaduras: <i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>Saccharomyces omnisporus</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomyces exiguus</i> , <i>Candida inconspicua</i> y <i>Candida maris</i> .
Tipo de incubación termofílico, es decir que el cultivo requiere un rango específico de temperaturas para incubarse.	Su tipo de incubación es mesofílico, es decir que se cultivan a temperatura ambiente.
Para la propagación de su cultivo el yogurt se puede hacer mezclando un poco de yogurt anterior con leche fresca	Se elabora con un entrante seco o con un juego de granos de kéfir, los cuales se seguirán multiplicando con el tiempo.
Su sabor es agrio, suave y cremoso	Su sabor es más agrio y con un toque de sabor a alcohol por contener levaduras
Contiene de 4 a 6 cepas bacterianas	Un kéfir puede contener 30 cepas bacterianas o más, por ende su poder probiótico es mayor, además de ser 99% libre de lactosa
Se fermenta de 2.5 a 3 horas	Se fermenta de 20 a 24 horas

**Fuente:** Lifeway, 2017. Kéfir vs Yogurt

### 1.3.2.11 Gránulos de kéfir

Los organismos de kéfir se encuentran en masas risadas que guardan cierto parecido con las palomitas de maíz. Por lo general, la medida de estas masas va de 6.35 a 19.05 mm de diámetro y se destacan por ser agregados blanquecinos, irregulares y de consistencia gelatinosa.

Los gránulos encierran una compleja flora compuesta por bacterias y levaduras tales como *Cándida kéfir* y *Saccharomyces cerevisiae*. Durante la fermentación activa, estos granos son arrastrados a la superficie por el bióxido de carbono producido. Se las puede colar y utilizarlas para inocular otros lotes de leche.

Los granos pueden lavarse, secarse y guardarse por largos periodos de tiempo, para reactivarlos, se trasplanta a diario en leche pasteurizada, a medida que se vuelven más activos, se agrandan, se ponen gelatinosos y tienden a subir a la superficie (Barrón, 2006).

Cada granulo de kéfir contiene:

- Lactobacilus, bacterias ácido lácticas
- Acetobacterias, bacterias ácido acéticas
- Levaduras y otros microorganismos responsables de la formación del polisacárido

En el intercambio entre la leche y los gránulos de kéfir se produce una doble fermentación en la que se transforma los azúcares y proteínas de la leche en:

- Ácido láctico
- Gas carbónico (CO<sub>2</sub>)
- Alcohol – etanol
- Diacetileno
- Acetaldehído

Las bacterias lácticas como el *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus lactis*, *lactobacillus Kefiri*, *Leuconostoc mesenteroides* son las responsables de reducir y transformar la lactosa en ácido láctico durante la fermentación ácido láctica siendo estas las responsables de su acidez, pH que se considera entre 4.0 a 4.6, además tienen la capacidad de sobrevivir al paso por el aparato digestivo e implementarse en la mucosa intestinal. La lactosa es utilizada como fuente de

energía por estas bacterias. La lactosa al fermentar, produce energía que es usada por las bacterias y a la vez elimina el ácido láctico (Barrón, 2006).

El ácido acético es producido por muchos bacilos que producen diacetilo, un aroma deseable en gran variedad de productos de fermentación. El diacetilo es el responsable del refrescante sabor del kéfir. El acetaldehído producido por *Lactobacillus bulgaricus*, en la coagulación de las proteínas, se transforma la albumina y la caseína dando lugar a la fermentación hidroalcohólica, haciéndolas mucho más digeribles.

Debido a la presencia de las bacterias lácticas y levaduras, en específico *Cándida kéfir*, *Saccharomyces lactis* y *Streptococcus thermophilus* producen CO<sub>2</sub>, ácido fórmico y cantidades moderadas de alcohol, produciendo tanto acidez como gas. Los responsables de la formación del granulo de kéfir son los microorganismos *Lactobacillus kefiranofaciens* y *Lactobacillus kéfir* (Dong-Hyeon, 2018).

#### 1.3.2.12 Composición química del Kéfir

La composición del kéfir es variable y no está bien definida. Depende de la fuente y el contenido de grasa de la leche, la composición de los granos o cultivos y el proceso tecnológico del kéfir (Kneifel et al., 1994).

Liut Kevicius y Sarkinas (2004) informaron que los granos de kéfir contienen 86.3 por ciento de humedad, 4.5 por ciento de proteínas, 1.2 por ciento de cenizas y 0.03 por ciento de grasa. Un kéfir típico contiene 89-90 por ciento de humedad, 0.2 por ciento de lípidos, 3.0 por ciento de proteínas, 6.0 por ciento de azúcar, 0.7 por ciento de cenizas y 1.0 por ciento de ácido láctico y alcohol.

Se ha informado que el kéfir contiene 1,98 g / L de dióxido de carbono y un 0,48 por ciento de alcohol y el contenido de dióxido de carbono aumentó (201.7-277.0 mL / L) con una concentración incrementada (10-100 g / L) de granos de kéfir (Garrote et al., 1998).

Los principales productos formados durante la fermentación son el ácido láctico, el CO<sub>2</sub> y el alcohol. Diacetil y acetaldehído (compuestos aromáticos), ácido pirúvico, ácido hoppúrico, ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico. El diacetilo es producido por Str. Lactis subsp. diacetylactis y Leuconostoc sp. El kéfir comercial contiene la mitad de ácido ortico, el doble de ácido pirúvico, nueve

veces más ácido acético y aproximadamente la misma cantidad de ácido úrico que en el yogur comercial (Dousset et al., 1993).

### *1.3.2.13 Composición Nutricional del kéfir*

Más allá de su alto valor nutricional inherente como fuente de proteínas y calcio, el kéfir tiene una larga tradición de ser considerado como bueno para la salud en países donde es un alimento básico en la dieta. Los atributos nutricionales del kéfir se deben a sus ingredientes químicos tales como vitaminas, proteínas y minerales, y la fermentación indujo una mayor mejora en sus perfiles nutricionales (Vinderola, 2004)

#### ✓ **Contenido de vitaminas**

Kneifel y Mayer (1991) encontraron que se sintetizaron cantidades apreciables de piridoxina, vitamina B12, ácido fólico y biotina durante la producción de kéfir, dependiendo de la fuente de granos de kéfir utilizada, mientras que los niveles de tiamina y riboflavina se redujeron. Varias investigaciones han medido la cantidad de kéfir para determinar si la fermentación cambiaba los niveles de vitamina en comparación con la leche, pero los resultados no siempre han sido consistentes.

Un estudio inicial del contenido de vitamina B12 del kéfir indicó que, tanto durante las etapas de fermentación como de maduración, el contenido de vitamina B12 disminuyó. Alm (1982) utilizó granos disponibles comercialmente para producir kéfir que tenían un mayor contenido de ácido fólico en comparación con la leche de partida. Kéfir contenía vitamina B1, vitamina B2, vitamina B5, vitamina B1, Vitamina B12, ácido fólico, vitamina K y vitamina C (Otlés, 2003).

#### ✓ **Contenido de proteínas**

El conocimiento de las proteínas de grano es limitado. Se encontró un mayor contenido de proteínas en el kéfir, cuando los granos se cultivaron en suero o en leche de soja que en los cultivados en leche. Yuksekdag et al. (2004a) demostraron la actividad proteolítica de los lactococos (13/21 cepas) aisladas de kéfir. Otlés y Cadingi (2003) informaron que, durante el proceso de fermentación de kéfir, junto con la producción de vitaminas, también se produjeron ácidos amónicos.

### ✓ Contenido de azúcar

Un kéfir típico contiene un 6% de azúcar, una parte importante de la matriz gelatinosa que contiene la microflora de kéfir. El azúcar presente en el kéfir se conoce como kefiran, un heteropolisacárido que es glucogalactano en la naturaleza. Kefiran mejora la viscosidad y las propiedades viscoelásticas de los geles de leche ácida y se forma geles a bajas temperaturas.

Se ha informado que Kefiran forma películas aisladas de LAB con baja permeabilidad al vapor de agua y flexibilidad extraordinaria, incluso más altas que las correspondientes al polietileno de baja densidad. Además, los polisacáridos de kéfir tienen varias propiedades que promueven la salud, como los efectos inhibitorios sobre el rotavirus, inmunomodulación o protección del epitelio (Song et al. 2007)

### ✓ Contenido de minerales

Liut Kevicius (2004), informa la presencia de macroelementos como potasio, calcio, magnesio, fósforo y microelementos como cobre, zinc, hierro, manganeso, cobalto, molibdeno en el kéfir.

**Tabla 2-1:** Contenido de nutrientes por 100 g de kéfir

Componentes	100 g	Componentes	100 g
Energía	65 kcal	Contenido de minerales (g)	
Grasa (%)	2,5	Calcio	0,12
Proteínas (%)	2,7	Fósforo	0,10
Lactosa (%)	0,1	Magenesio	12
Agua (%)	87,5	Potasio	0,15
Acido Láctico (g)	1,0	Sódio	0,05
Alcohol Etílico	0,9	Cloro	0,10
Vitaminas (mg)		Macroelementos	
A	0,06	Hierro (mg)	0,05
B1	0,04	Cobre (ug)	12
B2	0,17	Molibdeno (ug)	5,5
B12	0,50	Manganeso (ug)	5
C	1,00	Zinc (mg)	0,36
D	0,08		
Caroteno	0,02		

Fuente: Sarkar (2008), Luit Kevicius and Sarkinas (2004)

#### *1.3.2.14 Beneficios del Kéfir para la salud*

Según Kung-Ho, 2018 se han realizado varios estudios experimentales en animales como ratones y/o pollos, los cuales han demostrado que el kéfir podría ser de ayuda en varios aspectos de salud para las personas que lo consumen, tales como:

- ✓ Remedio natural para tratar cualquier tipo de alergia.
- ✓ Fuerte antibiótico natural sin efectos secundarios adversos.
- ✓ Tratamiento de patologías de vesícula biliar: disolver piedras de vesícula, cálculos renales.
- ✓ Limpiar el cuerpo de sales, metales pesados y bebidas alcohólicas.
- ✓ Limpiar el cuerpo de antibióticos químicos.
- ✓ Mejora y limpia el tracto gastrointestinal; tratamiento para gastritis, pancreatitis.
- ✓ Efectivo para úlceras; prevención y tratamiento del cáncer de colon.
- ✓ Mejora el metabolismo.
- ✓ Múltiples beneficios en el sistema cardiovascular, regulando los niveles de glucosa y lípidos en la sangre.
- ✓ Propiedades antioxidantes y propiedades anti-envejecimiento.
- ✓ Desintoxicante
- ✓ Tratamiento del trastorno por déficit de atención con hiperactividad.
- ✓ Regulación del sistema nervioso, mejora de atención, concentración; tratamiento de depresión y trastorno de sueño.

### **1.4. Beneficiarios directos e indirectos**

#### *1.4.1. Beneficiarios Directos*

La empresa Lácteos CAMILITA será pionera en la producción de Kéfir a nivel industrial, puesto que el kéfir es un producto “nuevo” en nuestro país, y CAMILITA quiere innovar el mercado de productos lácteos. Además, que actualmente no existe competencia directa.

#### ***1.4.2. Beneficiarios Indirectos***

Consumidores de Kéfir, ya que al tener el producto industrializado evitan elaborarlo de forma casera o artesanal y podrán adquirir el producto de manera más sencilla y económica, aparte de que este producto brinda más beneficios que el yogurt y puede ser ingerido por personas intolerantes a la lactosa. Además, se beneficiarán los proveedores de la materia prima ya que al elaborar más productos a partir de leche ellos aumentarán sus ventas y por ende su producción.

## **CAPÍTULO II**

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

#### **2.1. Objetivo General**

- Diseñar un proceso industrial para la elaboración de Kéfir en la Microempresa Lácteos “CAMILITA”.

#### **2.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar la materia prima necesaria para la producción de Kéfir de acuerdo a la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 9:2012. Leche Cruda. Requisitos.
- Identificar las variables del proceso industrial de elaboración de Kéfir.
- Desarrollar el diseño de ingeniería para el proceso industrial de elaboración de Kéfir.
- Validar el diseño del proceso en base a los requisitos de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2395:2011. Leches Fermentadas, evaluando el producto final.

## CAPÍTULO III

### 3. ESTUDIO TÉCNICO PRELIMINAR

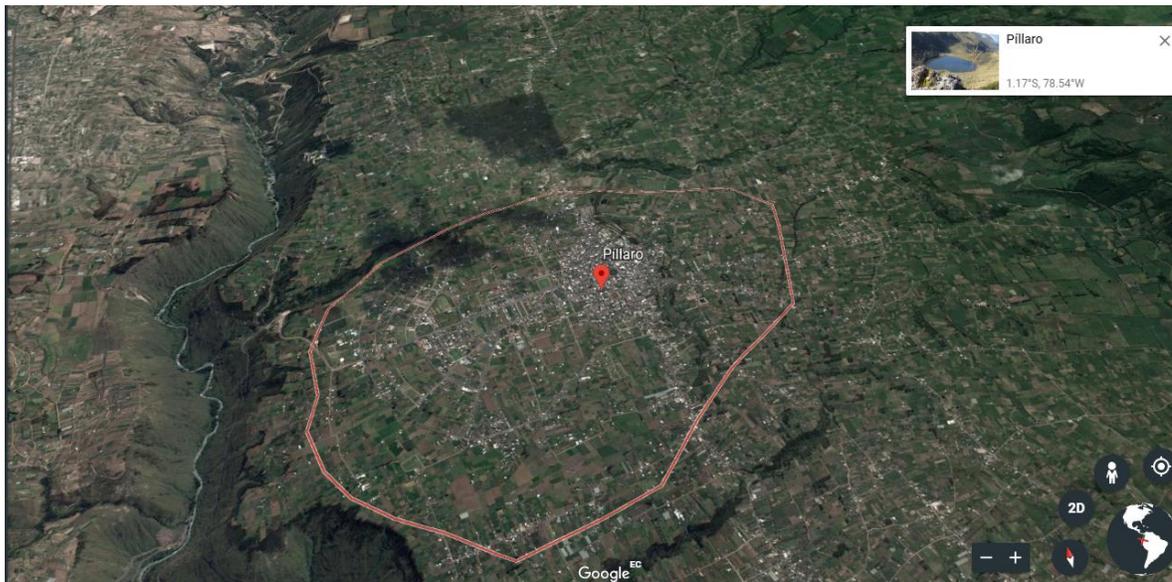
#### 3.1. Localización del Proyecto

El presente proyecto se pretende implementar en:

**Tabla 1-3:** Localización del Proyecto

<b>UBICACIÓN</b>	Cantón Santiago de Pillaro, perteneciente a la provincia de Tungurahua, Ecuador.
<b>LATITUD</b>	-1,174m
<b>LONGITUD</b>	-78.547m
<b>ALTITUD</b>	2855 m.s.n.m.
<b>CLIMA</b>	Temperatura maxima: 19°C
	Temperatura minima: 8°C

Fuente: GeoDatos (2018)



**Figura 1-3:** Localización geográfica de la Microempresa de Lácteos "CAMILITA"

Fuente: Google Earth, (2018)

## **3.2. Ingeniería del Proyecto.**

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

Para este proyecto de tipo técnico se consideraron varios estudios preliminares basados en teoría y práctica, los cuales están relacionados con las operaciones unitarias que determinaron la viabilidad de la investigación que se llevó a cabo. Se desarrolló un proceso analítico, descriptivo y experimental, para detectar el mejor método estándar de la elaboración de Kéfir, se empezó por la recolección de datos, seguido por el reconocimiento de variables, ensayos, y verificación de resultados.

### **3.2.2. Métodos y técnicas**

#### **3.2.2.1. Métodos**

En la elaboración de éste proyecto se tomó de referencia los métodos Inductivo, Deductivo y Experimental, ya que facilitó el estudio de los datos alcanzados en el proceso y las condiciones para el desarrollo del diseño, además de aclarar las diferentes inquietudes que se presentan al momento de realizar el diseño pertinente de la elaboración de kéfir.

**Método Inductivo:** Mediante este método se identifica si la materia prima es factible para el proceso de producción, por ello se comparó a través de las normas establecidas las diferentes características físico-químicas y microbiológicas. Para obtener un dimensionamiento adecuado del sistema se utilizarán los respectivos cálculos de ingeniería una vez de reconocer los elementos del proceso.

**Método Deductivo:** En este método se da lugar la elaboración de las diferentes pruebas de laboratorio para conseguir un producto apto para el consumo y que cumpla con la normativa. La recolección de datos que se toman de los experimentos permitirá identificar las especificaciones y parámetros de los equipos que se llevará a cabo en el proceso de producción.

**Método Experimental:** Por último, se verificarán los datos utilizando los equipos e instrumentos apropiados al elaborar el producto, se simulará el diseño a escala laboratorio y comprobando así el cumplimiento de la NTE INEN 2395: 2011. LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS.

### 3.2.2.2. Técnicas

#### Toma de muestras

Para obtener un correcto muestreo de la leche que se usara para el proceso de producción de Kéfir se utilizara la NTE INEN-ISO 707:2014 Y PRODUCTOS LÁCTEOS. DIRECTRICES PARA LA TOMA DE MUESTRAS.

**Tabla 2-3:** Toma de muestras.

NORMA	PRINCIPIO	INSTRUMENTAL	PROCESO
NTE INEN-ISO 707	Proporciona los procedimientos para la toma de muestras de la leche tomando en cuenta que es una operación con demanda de atención	Recipiente de acero inoxidable  Envases esterilizados Guantes Mascarilla	1. Agitar la leche consiguiendo una distribución homogénea de todos sus componentes  2. Recoger la muestra inmediatamente después de ser agitada, utilizando el equipo adecuado para no contaminar la muestra  3. Almacenar la muestra refrigerada (1-5°C), para ser analizado posteriormente

**Fuente:** NTE INEN-ISO 707:2014 Y PRODUCTOS LÁCTEOS. DIRECTRICES PARA LA TOMA DE MUESTRAS.

**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019

#### Determinación de las propiedades Físico-químicas de la leche

- Determinación de pH

Una leche recién ordeñada de una vaca saludable, tiene un pH comprendido entre 6.5 a 6.8, siendo así ligeramente ácida debido a la presencia de la caseína. La muestra debe estar a temperatura ambiente y fresca (Alais, 1998, pp. 191).

**Tabla 3-3:** Determinación de pH

PROPIEDAD	MATERIALES Y EQUIPOS	SUSTANCIAS Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO
pH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaso de precipitación de 250 mL</li> <li>• Varilla de agitación</li> <li>• Potenciómetro</li> <li>• Piseta</li> </ul>	Agua destilada Solución reguladora de pH 4 Solución reguladora de pH 7 Solución reguladora de pH 10	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Activar el potenciómetro y evidenciar su validez con las soluciones reguladoras de pH 4, pH 7 y pH 10.</li> <li>2. Limpiar los electrodos con agua destilada.</li> <li>3. En un vaso de precipitación recoger una muestra de 150 mL aproximadamente.</li> <li>4. Homogenizar la muestra agitándola. Sumergir el electrodo en la muestra, este debe estar totalmente cubierto sin topar las paredes del recipiente.</li> <li>5. Recolectar los datos obtenidos.</li> <li>6. Una vez finalizado el proceso lavar el electrodo con agua destilada y secar con una tela limpia.</li> </ol>

**Fuente:** NOM-F-317-S-1978. NORMA OFICIAL MEXICANA DETERMINACIÓN DE PH EN ALIMENTOS

**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019

- **Determinación de viscosidad**

La viscosidad para los productos lácteos está relacionada con el contenido de grasa por lo que se supone que a mayor contenido de grasa mayor será su viscosidad, otro factor que debemos considerar es la temperatura ya que esta será inversamente proporcional a la viscosidad. La viscosidad de la leche cruda oscila entre 1.7 a 2.2 centipoises (Alais, 1998, pp. 193).

**Tabla 4-3:** Determinación de la viscosidad

<b>PROPIEDAD</b>	<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
<b>VISCOSIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Viscosímetro de brookfield</li><li>• Vaso de precipitación de 250 mL</li><li>• Reverbero</li><li>• Termómetro</li><li>• Varilla de agitación</li></ul>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Calibrar el viscosímetro La muestra debe estar a baño María con una temperatura de 20°C agitándola para homogenizarla</li><li>2. Colocar la aguja 2 - 3 correspondiente en el equipo y el rpm a usar.</li><li>3. Se pone cuidadosamente la muestra a analizar en el viscosímetro.</li><li>4. Recolectar datos</li></ol>

**Fuente:** Laboratorio de Operaciones Unitarias, Facultad de Ciencias. ESPOCH

**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019

- **Determinación de densidad**

Es la propiedad con la que se puede medir cuan pesada es una sustancia y se la puede definir como el coeficiente entre la masa y el volumen de un cuerpo. La densidad en los lácteos se determina a través de otros factores como sólidos en suspensión y disueltos, temperatura y proporción de materia grasa. La densidad de la leche puede variar entre 1.028 a 1.034 g/cm<sup>2</sup> a una temperatura de 15 °C (Alais, 1998, pp. 194).

**Tabla 5-3:** Determinación de la densidad

PROPIEDAD	MATERIALES Y EQUIPOS	SUSTANCIAS Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO
DENSIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Picnómetro</li> <li>• Vaso de precipitación de 250 mL</li> <li>• Reverbero</li> <li>• Varilla de agitación</li> <li>• Balanza analítica</li> </ul>	Agua destilada	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lavar el picnómetro y secarlo totalmente.</li> <li>2. Pesar el picnómetro en la balanza</li> <li>3. Llenar el picnómetro de agua destilada, evitando crear burbujas de aire y colocar la tapa.</li> <li>4. Sumergirlo en agua a 20°C ± 0.5°C durante 30 minutos.</li> <li>5. Extraer el picnómetro del agua, secarlo y enfriar a temperatura ambiente.</li> <li>6. Pesar el picnómetro</li> <li>7. Lavar el picnómetro y repetir el procedimiento con la muestra</li> <li>8. Secar cuidadosamente el picnómetro y llenarlo con la muestra evitando la formación de burbujas de aire, colocar la tapa y sumergirlo en agua a 20°C ± 0.5°C durante 30 minutos.</li> <li>9. Extraer el picnómetro del agua, secarlo y enfriarlo a temperatura ambiente durante 30 minutos.</li> <li>10. Pesar el picnómetro y lavarlo.</li> </ol>

**CÁLCULOS**

$$d = \frac{(M_1 - M)}{(M_2 - M)}$$

Dónde:

M1: peso de picnómetro con la muestra (g)

M2: Peso del picnómetro con agua (g)

M: Peso del picnómetro vacío

**Fuente:** NTE INEN 11:1984. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD RELTIVA

**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019

- Determinación de Acidez Titulable como ácido láctico

La acidez titulable sirve para medir concentraciones de fosfatos y proteínas en leches de buena calidad higiénica-sanitaria. Esta suele disminuir conforme avanza el periodo de lactancia y es baja en la leche mastítica (INEN 11, 1984).

**Tabla 6-3:** Determinación de Acidez titulable como ácido láctico

PROPIEDAD	MATERIALES Y EQUIPOS	SUSTANCIAS Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO
<b>ACIDEZ TITULABLE COMO ÁCIDO LÁCTICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza analítica</li> <li>• Matraz Erlenmeyer</li> <li>• Matraz Aforado</li> <li>• Bureta</li> <li>• Desecador</li> </ul>	Solución 0.1 N de Hidróxido de Sodio Fenolftaleína Agua destilada	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Calentar la muestra a una temperatura aproximada de 20°C y agitarla lentamente hasta homogenizarla.</li> <li>2. Verificar que no exista formación de grumos</li> <li>3. Lavar y secar el Erlenmeyer en la estufa a 103°C ± 2°C durante 30 minutos.</li> <li>4. Llevar al desecador para enfriar y pesar con aproximación de 0.1 mg.</li> <li>5. Introducir la muestra en el Erlenmeyer y pesar aproximadamente 20 g de muestra.</li> <li>6. Agregar el doble de volumen a la muestra de agua destilada y añadir 2 cm<sup>3</sup> de solución indicadora de fenolftaleína.</li> <li>7. La solución al 0.1 N se agrega lentamente agitando la muestra hasta conseguir un color rosado que se podrá percibir fácilmente comparada con la leche diluida.</li> <li>8. Se deberá seguir añadiendo solución hasta que el color rosado permanezca durante 30 segundos.</li> <li>9. Tomar la lectura del volumen de la solución empleada en la bureta, con aproximación a 0.05 cm<sup>3</sup>.</li> </ol>

**CÁLCULOS**

$$A = \frac{0.090(V * N)}{M_1 - M} * 100$$

Dónde:

A: Acidez titulable de la leche, en porcentaje de masa de ácido láctico

V: Volumen de la solución de hidróxido de sodio

N: Normalidad de la solución de hidróxido de sodio

m: Masa del matraz erlenmeyer vacío (g)

m1: Masa del matraz erlenmeyer con leche (g)

Fuente: NTE INEN 11:1984. LECHE. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

- Determinación de Grados Brix

Los grados brix miden la concentración de azúcar presente en los alimentos, es decir que equivale al porcentaje de peso de la sacarosa contenida en una solución acuosa (INEN 11, 1984)

**Tabla 7-3:** Determinación de los grados Brix

<b>PROPIEDAD</b>	<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
<b>GRADOS BRIX</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refractómetro</li> <li>• Vaso de precipitación de 150 mL</li> <li>• Espátula</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Encender el refractómetro y calibrarlo.</li> <li>2. Colocar de una a dos gotas de muestra en refractómetro.</li> <li>3. La muestra se debe expandir totalmente para leer los grados Brix.</li> <li>4. Recolectar datos.</li> </ol>

**Fuente:** NTE INEN 11:1984. LECHE. DETERMINACIÓN DE LOS GRADOS BRIX

**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019

- Determinación de porcentaje de grasa

Las grasas en la leche se encuentran en suspensión de pequeños glóbulos, la cual contiene de 3.5 a 5 % de grasas

**Tabla 8-3:** Determinación del porcentaje de grasa

PROPIEDAD	MATERIALES Y EQUIPOS	SUSTANCIAS Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO
PORCENTAJE DE GRASA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Butirómetros Geber Standard para análisis de leche.</li> <li>• Pipetas Standard para leche calibradas para entregar 11 cm<sup>3</sup> de leche.</li> <li>• Buretas automáticas o pipetas de vidrio Standard para entregar de 10 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico.</li> <li>• Buretas automáticas o pipetas de vidrio Standard, para entregar de 1,0 a 1,1 cm<sup>3</sup> de alcohol amílico.</li> <li>• Centrifuga con una velocidad de 1000 a 1200 rpm.</li> <li>• Baño maría, de preferencia con termostato.</li> </ul>	<p>Alcohol amílico puro con la densidad de 0,813 g/cm<sup>3</sup>, a 15 °C, punto de ebullición 128°C a 132°C.</p> <p>Ácido sulfúrico con las siguientes características: incoloro, limpio, con densidad de 1,820 a 1,285 g/cm<sup>3</sup>, medido a una temperatura de 15°C, se prepara a partir de ácido sulfúrico concentrado, diluyendo 100 partes de ácido con una parte de agua destilada.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verter al butirómetro 10 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico. Utilizar una pipeta o una bureta automática.</li> <li>2. Con la pipeta Geber, verter al mismo butirómetro 11 cm<sup>3</sup> de leche, teniendo cuidado de no mojar el cuello. Se añade al contenido del butirómetro de 1 a 1.1 cm<sup>3</sup> de alcohol amílico.</li> <li>3. Se tapa la ampolla y se agita sin invertirlo, hasta la disolución completa de los coágulos.</li> <li>4. Se mantiene permitiendo que se enfríe, ya que debido a la mezcla de la leche con el ácido se llega a alcanzar una temperatura cercana a los 80°C.</li> <li>5. Si se comienza a enfriar no estando la caseína completamente disuelta, se debe completar la disolución introduciendo el butirómetro en el baño maría manteniendo a 65°C, en posición vertical y con el tapón hacia abajo.</li> <li>6. El Butirómetro se coloca en la centrífuga por 5 min a 1200 rpm.</li> <li>7. Se coloca el butirómetro en el baño maría manteniendo a 65 °C, y se ajusta a nivel más bajo del menisco inferior de la división de la escala que corresponde a un número entero de unidades mediante la manipulación del tapón.</li> <li>8. Se lee inmediatamente en la escala, la diferencia entre las dos divisiones que limitan la columna de la materia grasa, considerando para la lectura desde el nivel más bajo del menisco superior.</li> <li>9. La columna de grasa, en el momento de la mediación debe de presentarse translúcida, de color amarillo o ámbar, libre de partículas visibles o en suspensión.</li> <li>10. Se rechazan todos los ensayos en los que la lectura sea incierta, presentando la columna de grasa de color blanquecino o muestre la presencia de coágulos o materia carbonizada</li> </ol>

Fuente: NTP:202.014.1998. NORMA TÉCNICA PERUANA. DETERMINACIÓN DE MATERIA GRASA DE LA LECHE

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

- Prueba de Reductasa

Con ella se puede determinar esta enzima que está presente solo en la leche de vaca, esta prueba se la realiza para estimar el número de microorganismos aproximados que se encuentran en la leche cruda (NTP, 1998).

**Tabla 9-3:** Prueba de reductasa

<b>PROPIEDAD</b>	<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	<b>SUSTANCIAS Y REACTIVOS</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
<b>PRUEBA DE REDUCTASA</b>	Tubos de ensayo. Baño maría. Cronómetro	Azul de metileno. Leche.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las muestras serán tomadas, transportadas y manejadas con el mismo cuidado que para cualquier otra determinación microbiológica.</li> <li>2. Tomar 10 cm<sup>3</sup> de las diferentes muestras de leche en cada tubo de prueba estéril siguiendo los cuidados y técnicas microbiológicas convencionales</li> <li>3. Agregar 1 cm<sup>3</sup> de azul de metileno dentro de cada tubo. Tapar y mezclar el contenido del tubo y déjelo en baño maría a 37 °C teniendo cuidado de que el nivel de la leche este por debajo del nivel del agua.</li> <li>4. Controlar el tiempo a partir del momento que dejo el tubo en baño maría y observe a intervalos regulares, pueden ser de media hora.</li> </ol>
<b>CALIDAD DE LA LECHE</b>		<b>TIEMPO DE REDUCCIÓN</b>	
Muy buena Buena Mala Muy mala		6 horas y más de 4 a 5.30 de 2 a 2.30 de 5 min a 1 hora	

**Fuente:** NTP:202.014.1998. NORMA TÉCNICA PERUANA. PRUEBA DE REDUCTASA DE LA LECHE

**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019

### Determinación de las propiedades Físico-químicas del kéfir

- Determinación de pH

El pH es una medida de acidez o alcalinidad para una sustancia, la cual viene dada en una escala que varía de 0 a 14. Este parámetro permitirá conocer el pH requerido en kéfir que oscila entre 4.0 - 4.6 y así finalizar el proceso de inoculación con una acidez óptima del Kéfir (Barrón, 2006). (Se siguió el mismo procedimiento que para la materia prima)

- Determinación de viscosidad

La viscosidad del kéfir depende del tipo de leche, en este caso al utilizar leche de vaca tiene un rango de viscosidad de 279.00 a 282.00 mPa.s (Barrón, 2006). (Se siguió el mismo procedimiento que para la materia prima)

- Determinación de densidad

Es la propiedad con la que se puede medir cuan pesada es una sustancia y se la puede definir como el coeficiente entre la masa y el volumen de un cuerpo. La densidad en los lácteos se determina a través de otros factores como sólidos en suspensión y disueltos, temperatura y proporción de materia grasa (Kervicius, 2004). (Se siguió el mismo procedimiento que para la materia prima)

- Determinación del porcentaje de alcohol

El etanol que contiene el kéfir depende de su tiempo de fermentación en mismo que se diferencia entre un kéfir suave y un kéfir fuerte, este puede ser de 0.5 hasta 1.5 % de alcohol (Garrote, 1998).

**Tabla 10-3:** Determinación del porcentaje de alcohol

PROPIEDAD	MATERIALES Y EQUIPOS	SUSTANCIAS Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO
PORCENTAJE DE ALCOHOL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matraz Erlenmeyer</li> <li>• Bureta</li> <li>• Vaso de Precipitación de 500 mL</li> <li>• Equipo de Destilación Simple</li> </ul>	Acetato de Plomo Agua Destilada KMnO <sub>4</sub> (0,01 N) Ácido Sulfúrico	Método de Permanganometría <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar 200 mL de la muestra de Kéfir</li> <li>• Agregar 35 g de acetato de plomo previamente diluido en 65 mL de agua destilada.</li> <li>• Dejar reposar unos 20 min.</li> <li>• Filtrar.</li> <li>• Destilar la cantidad obtenida de la filtración en un destilador simple.</li> <li>• Obtenida la muestra destilada se pasa a titular.</li> </ul> Procedimiento para la titulación <ul style="list-style-type: none"> <li>• En un matraz Erlenmeyer se coloca 3mL de KMnO<sub>4</sub> (0,01 N).</li> <li>• Agregar 15 gotas de Ácido Sulfúrico.</li> <li>• Agua destilada 40 mL.</li> <li>• En la bureta se colocará la solución con alcohol obtenida de la destilación.</li> <li>• Proceda a titular.</li> <li>• Efectuar la lectura.</li> </ul>
<b>CÁLCULOS</b>			
$mgC_2H_5OH = (V_{KMnO_4} * N_{KMnO_4}) * 46$ $\%C_2H_5OH = \frac{W_{alcohol} (g)}{W_{solucion} (g)} * 100$			

**Fuente:** Stock, A.; West M. (1995) Método Volumétrico

**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019

Parámetros a cumplir en base a la norma

- INEN 9:2012 PARA LA LECHE CRUDA:

Se realiza la caracterización físico-química de la leche cruda, que nos permitirá conocer los valores establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9:2012, la cual nos indica que debe considerarse los siguientes parámetros:

**Tabla 11-3:** Caracterización físico-química de la leche cruda

REQUISITOS	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	UNIDADES	ENSAYO
Densidad relativa a 15°C a 20°C	1,029 1,028	1,033 1,032	g/ml	NTE INEN 11
Proteínas	2,9	-	% (Fracción de masa) <sup>4</sup>	NTE INEN 16
Cenizas	0,65	-	% (Fracción de masa)	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	8,2	-	% (Fracción de masa)	-
Sólidos totales	11,2	-	% (Fracción de masa)	NTE INEN 14
Acidez titulable (Ácido Láctico)	0,13	0,17	% (Fracción de masa)	NTE INEN 13
Materia grasa	3	-	% (Fracción de masa)	NTE INEN 12

Fuente: NTE INEN 09:2012. LECHE CRUDA. REQUISITOS.

**Tabla 12-3:** Análisis microbiológico

PARÁMETROS	NORMA	UNIDADES	VALOR MÁXIMO
Recuento de microorganismos	NTE INEN 1529:-5	UFC/cm <sup>3</sup>	1,5*10 <sup>6</sup>

Fuente: NTE INEN 09:2012. LECHE CRUDA. REQUISITOS.

- INEN 2395:2011 LECHES FERMENTADAS KÉFIR:

Para caracterizar el producto que se va a obtener que en este caso es el Kéfir, se basara en los requisitos de la norma NTE INEN 2395:2011. LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS, que nos proporciona los parámetros que debe cumplir el kéfir para la validación del proceso de producción.

**Tabla 13-3:** Especificaciones de las leches fermentadas.

Requisitos	ENTERA		SEMIDESCREMADA		DESCREMADA		Ensayo
	Min (%)	Max (%)	Min (%)	Max (%)	Min (%)	Max (%)	
Contenido de grasa	2,5	-	1	<2,5	-	<1,0	NTE INEN 12
Proteína (% m/m)	2,7	-	2,7	-	2,7	-	NTE INEN 16
Alcohol Etilico (% m/v)							NTE INEN 379
Kéfir suave	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	
Kéfir fuerte	-	3	-	3	-	3	

Fuente: NTE INEN 2395:2011. LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS

**Tabla 14-3:** Requerimientos microbiológicos en leches fermentadas sin tratamiento térmico posterior a la fermentación.

	Leches fermentadas con ingredientes y leche fermentada concentrada. VALOR MÍNIMO	VALOR MÍNIMO
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido por cada producto	$10^7$ UFC/g	-
Bacterias probióticas	$10^6$ UFC/g	-
Levaduras	-	$10^4$ UFC/g

Fuente: NTE INEN 2395:2011. LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS

**Tabla 15-3:** Cantidad de microorganismos específicos en la leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

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

Fuente: NTE INEN 2395:2011. LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS

Donde:

n: Número de muestras a examinar

m: Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad

M: Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad

c: Número de muestras permisibles con resultados entre m y M

### 3.2.3. Resultado de la caracterización de la materia prima

**Tabla 16-3:** Análisis físico-químico de la leche cruda de la microempresa de Lácteos CAMILITA

Parámetros	Método/Norma	Unidad	Resultado	Valor Límite Permisible	
				m	M
Densidad Relativa	PEE/CESTTA/108 INEN 11	-	1,03	1,028	1,032
Materia Grasa	Gravimétrico	%	4,50	3,0	-
Acidez titulable, como ácido láctico	PEE/CESTTA/108 INEN 13	%	0,15	0,13	0,17
Sólidos Totales	PEE/CESTTA/155 AOCA 990,20	%	12,73	11,2	-
Sólidos no Grasos	Gravimetría	%	8,23	8,2	-
Ceniza	PEE/CESTTA/157 AOCA 945,46	%	0,75	0,65	-
Proteína	PEE/CESTTA/156 AOCA 991,20	%	3,76	2,9	-

Fuente: Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA)

**Tabla 17-3:** Análisis microbiológico de la leche cruda de la microempresa de Lácteos CAMILITA

Parámetros	Método/Norma	Unidad	Resultado	Valor Límite Permisible	
				m	M
Recuento de microorganismos aerobios Mesófilos	PEE/CESTTA/117 AOCA 990,12	UFC/cm <sup>3</sup>	1,5*10 <sup>4</sup>	-	1,5 x 10 <sup>6</sup>

Fuente: Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA)

### 3.2.4. Procedimiento a nivel de Laboratorio de Kéfir

#### 3.2.4.1. Equipos, materiales, materia prima y aditivos

Los experimentos a nivel de laboratorio de desarrollaron previamente para dar paso al diseño del proceso, los mismos que han sido basados en bibliografía que se describirá al final del escrito. Para las pruebas pertinentes se utilizó diversos materiales, equipos y reactivos que se mencionan a continuación.

**Tabla 18-3:** Materiales, equipos y reactivos

MATERIALES	EQUIPOS	REACTIVOS
Vaso de precipitación de 250 mL	Potenciómetro	Leche cruda
Vaso de precipitación de 500 mL	Viscosímetro	Leche en polvo
Varilla de agitación	Balanza analítica	Gránulos de Kéfir
Matraz Erlenmeyer de 500 mL	Termómetro	Agua destilada
Bureta 25 mL	Estufa	Acetato de plomo
Tubos de ensayo	Sistema de refrigeración	Ácido sulfúrico
Soporte universal	Reverbero	Hidróxido de sodio
Espátula	Equipo de destilación simple	Fenolftaleína
Vidrio reloj		Azul de metileno
Picnómetro		

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

### 3.2.4.2. Curvas de crecimiento de los gránulos de Kéfir

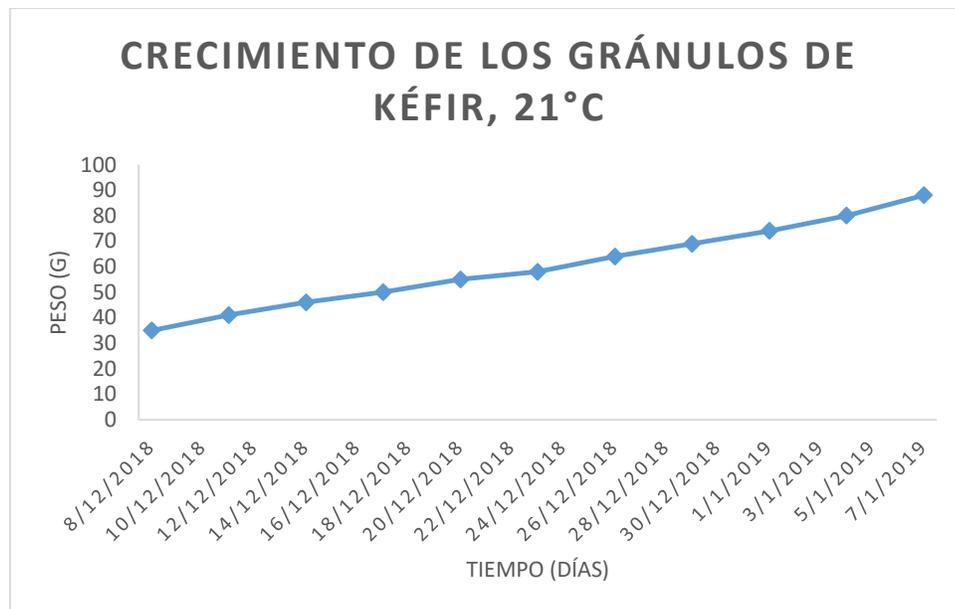
Los pesos fueron tomados en una balanza analítica durante un mes manteniendo las temperaturas de 21 y 24 °C cada 3 días.

#### Diagrama Tiempo vs Peso a 21°C

**Tabla 19-3:** Datos Tiempo vs Peso a 21°C

Tiempo (días)	Peso Kéfir (g)
8/12/2018	35
11/12/2018	41
14/12/2018	46
17/12/2018	50
20/12/2018	55
23/12/2018	58
26/12/2018	64
29/12/2018	69
1/1/2019	74
4/1/2019	80
7/1/2019	88

**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019



**Gráfico 1-3:** Diagrama Tiempo vs Peso de Gránulos de Kéfir a 21°C

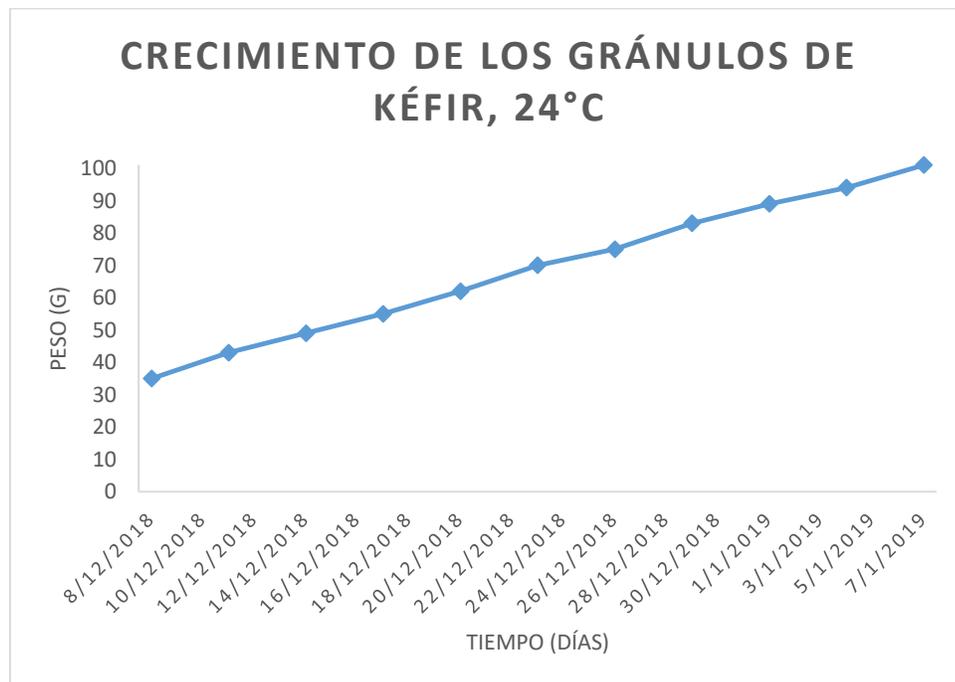
**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019

## Diagrama Tiempo vs Peso a 24°C

**Tabla 20-3:** Datos Tiempo vs Peso a 24°C

Tiempo (días)	Peso Kéfir (g)
8/12/2018	35
11/12/2018	43
14/12/2018	49
17/12/2018	55
20/12/2018	62
23/12/2018	70
26/12/2018	75
29/12/2018	83
1/1/2019	89
4/1/2019	94
7/1/2019	101

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

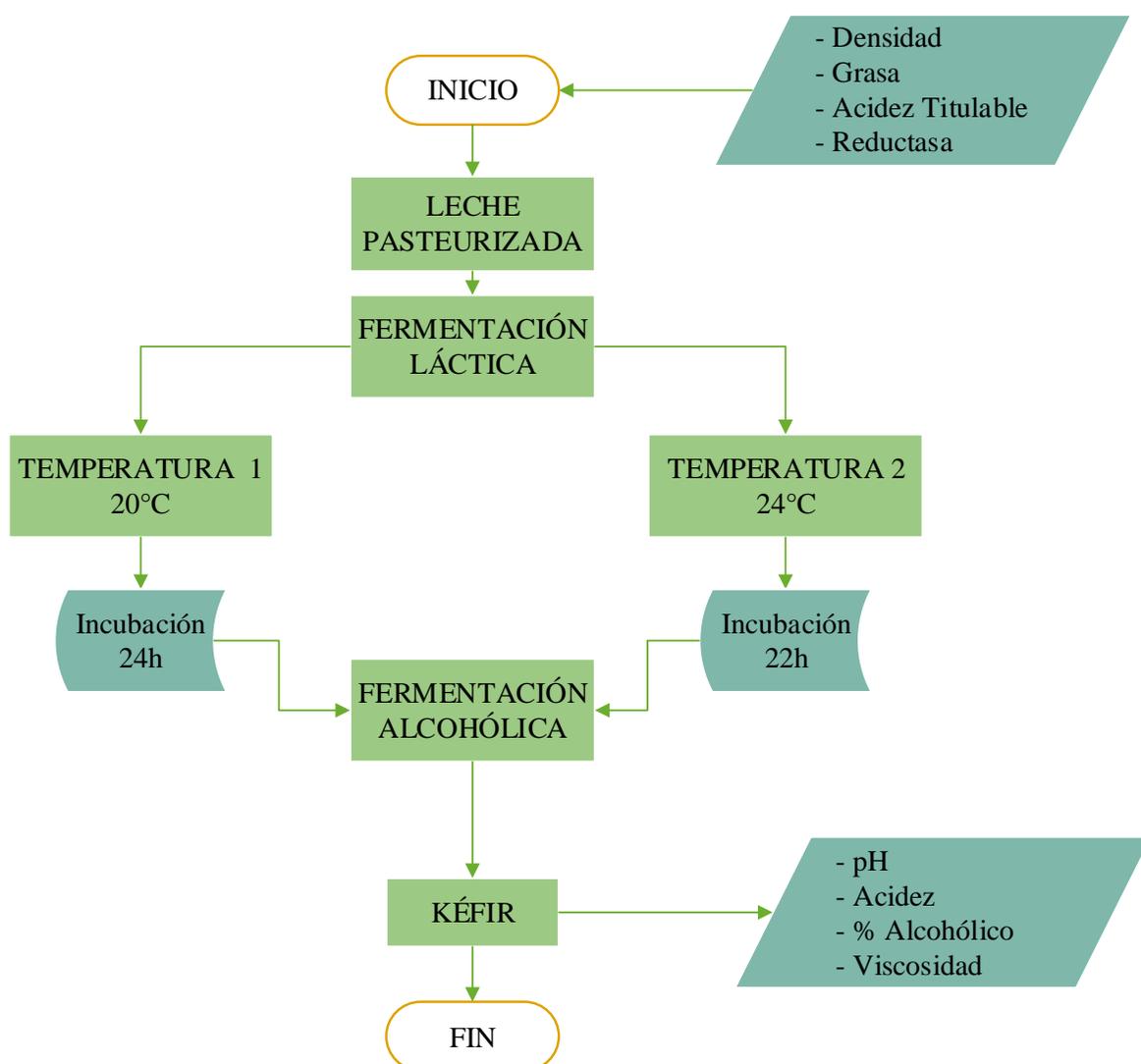


**Gráfico 2-3:** Diagrama Tiempo vs Peso de Gránulos de Kéfir a 24°C

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

Se desarrolló el crecimiento de los gránulos en un mismo medio de incubación, es decir con la misma leche y en el mismo tiempo, pero a diferentes temperaturas las cuales son de 21 y 24 °C, ya que para elaborar el kéfir se usa este intervalo de temperaturas. Al observar las diferencias de crecimiento de los diagramas podemos ver un ligero aumento de desarrollo de los gránulos a 24°C, además el promedio de crecimiento en el mes fue de 5.3 y 6.6 gramos respectivamente. Por lo cual podemos concluir que el mejor medio de crecimiento para los gránulos de kéfir es de 24°C teniendo así un resultado de más del doble de su masa inicial.

### 3.2.4.3. Esquema experimental para la elaboración de Kéfir



**Gráfico 3-3:** Esquema experimental para la elaboración de Kéfir  
**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019

#### 3.2.4.4. Descripción del Procedimiento

A continuación se detalla el procedimiento a escala de laboratorio para el diseño de kéfir. Este proceso está basado en información bibliográfica según Zaheer Ahmed and Yanping Wang.

1. Con un volumen de 2 litros de leche cruda que se ha obtenido de la microempresa de lácteos CAMILITA. Se realizó los ensayos respectivos utilizando diferentes temperaturas.
2. En una tela de lienzo se procede a filtrar la leche para eliminar las impurezas que podría existir.
3. Se mide el pH y viscosidad de la leche a la temperatura de recepción la cual es 20°C.
4. Medir los grados Brix iniciales.
5. Se procede a la fase de calentamiento con 1000 mL de leche que debe alcanzar una temperatura de 35°C para añadir la sacarosa que previamente deberá ser pesada en una balanza analítica.
6. Medir los grados Brix que deberá estar entre 14° a 18°
7. Realizar la pasteurización de la mezcla preparada a una temperatura de 63°C durante un tiempo de 30 minutos.
8. Enfriar la muestra pasteurizada a baño maría con agua a temperatura ambiente, la mezcla debe llegar a una temperatura de 21°-24°
9. Una vez alcanzada esa temperatura se adiciona el cultivo de gránulos de kéfir, la dosificación fue identificada a través de diferentes ensayos previamente realizados para lograr la fermentación en un lapso de 22- 24 horas.
10. Para conseguir la fermentación láctica dejar reposar la leche con los gránulos de 22 a 24 horas.
11. Una vez transcurrido ese tiempo se procede a medir el pH, el cual deberá ser de 4.0 - 4.6, en este rango de pH la caseína es eléctricamente neutra y completamente insoluble, y se lo conoce como punto isoeléctrico, por lo que se da por terminada la fase de incubación.
12. Se procede a retirar los gránulos de kéfir, los mismo que se enjuagaran una vez por semana con agua embotellada.
13. Para el proceso de fermentación alcohólica deja reposar el kéfir a temperatura ambiente (18-20°C) durante 2-3 días, agitando el producto cada 8 horas durante 3-5 minutos agregando en el último batido el conservante.
14. Se procede a medir el porcentaje alcohólico que debe oscilar entre 0.5 – 1.5%.
15. Se envasará y almacenará en envases de vidrio herméticamente cerrados, a una temperatura de 4°C.

### 3.2.5. Resultado de la caracterización del Kéfir

**Tabla 21-3:** Análisis físico-químico del Kéfir

Volumen de la leche (ml)	Masa de gránulos de kéfir (g)	°Brix de estandarización	pH	Densidad (g/ml)	Viscosidad (cP)	% Alcohólico
250	100	15,6	4,08	1,087	0,282	0,55

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

**Tabla 22-3:** Análisis microbiológico del Kéfir

Parámetros	Método/Norma	Unidad	Resultado	Valor Límite Permissible	
				m	M
Mohos y Levaduras	PEE/CESTTA/120 AOCA 997.02	UFC/g	34*10 <sup>2</sup>	200	500
Escherichia coli	PEE/CESTTA/122 AOCA 991.14/AOCA 998,08	UFC/g	<1	<1	-
Coliformes Totales	PEE/CESTTA/123 AOCA 991.14	UFC/g	10	10	100

Fuente: Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA)

Los análisis dieron resultados favorables y se encuentran dentro de los rangos permisibles en base a la norma NTE INEN 2395:2011, sin embargo, notamos una variación significativa en el conteo de levaduras, se debe tener en cuenta que este producto contiene en su composición un alto número de estos microorganismos, lo que lo hace especial debido a su contenido de CO<sub>2</sub>, a pesar de eso el conteo de levaduras es un poco bajo ya que en la norma nos describe que el kéfir posee mínimo 10<sup>4</sup> UFC/g.

### 3.2.6. Estudio de mercado

#### 3.2.6.1. Marco muestral

El kéfir es un producto muy poco conocido en Ecuador y hasta el momento las empresas más conocidas no lo elaboran industrialmente en el país, por lo mismo muy pocas personas conocen y han probado este tipo de leche fermentada. Se utilizó una fuente primaria, es decir, una fuente directa en campo, se programó un marco muestral de los estudiantes de las carreras de Gastronomía y Agroindustria ya que ellos tienen más conocimiento acerca de este producto y pueden dar un criterio más acertado.

#### 3.2.6.2. Población

Estudiantes de las carreras de Gastronomía y Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

#### 3.2.6.3. Cálculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

n = Tamaño de muestra buscado

N = Tamaño de la población

Z = Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza

e = Error de estimación máximo

p = probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q = probabilidad de que no ocurra el evento estudiado. ( 1 - p )

#### **Datos**

**N** = 412 estudiantes

**Z** = 1.96 = 95%

**e** = 3%

**p** = 50%

$q = 50\%$

$$n = \frac{412 * (1.96)^2 * (0.5)(0.5)}{((0.05)^2(412 - 1)) + ((1.96)^2(0.5)(0.5))}$$

$$n = 297.44 \cong 297$$

#### 3.2.6.4. *Proceso metodológico para el levantamiento de información*

Para la realización del levantamiento de información se siguieron los siguientes pasos:

- Elaboración del cuestionario para el análisis de aceptación e introducción del producto al mercado, tomando en cuenta los puntos que se desconocían sobre la inmersión del nuevo producto.
- Realizar el trabajo de campo en las carreras de Gastronomía y Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, tomando como población los Estudiantes de Gastronomía y Agroindustria con una muestra de 297 estudiantes.
- Tabulación y análisis de datos recolectados que se verán reflejados en el presente informe.

### 3.2.6.5. Informe de Resultados

**Tabla 23-3:** Resultados de la encuesta

No	Pregunta	Opciones	Encuestados	Porcentaje (%)	Observaciones
1	Con qué frecuencia consume leche o Yogurt?	Siempre Frecuentemente Regularmente Nunca	74 160 48 15	24,92 53,87 16,16 5,05	Más del 50% de personas en la muestra consume con frecuencia productos lácteos, lo que genera un potencial mercado para el Kéfir
2	Ud. ha escuchado sobre el kéfir?	Si No	98 199	32,99 67,01	A pesar de que nuestro campo muestral fue seleccionado por su posible conocimiento sobre este producto, el mismo no ha llegado a ser popular en el mercado o en los hogares
3	Alguna vez ha consumido Kéfir?	Si No	57 240	19,19 80,81	Menos del 20% de encuestados habían consumido kéfir, sin embargo, no lo hacen de manera habitual. En la información obtenida se conoce que algunos de los lugares en los que habían probado kéfir fue en otros países y/o por ensayos de laboratorio que se realizaron en la ESPOCH
4	Conoce los beneficios que este puede aportar nutricionalmente?	Si No	36 261	12,12 87,88	Aunque el porcentaje de la población que conoce los beneficios es muy bajo se puede tornar aceptable, ya que el kéfir es un producto que en Ecuador no se comercializa. Sin embargo la industria de los lácteos se considera primordial en nuestro país, llevando a cabo más investigaciones para ampliar la gama de productos que podemos elaborar con esta materia prima; por lo tanto la educación que se da, puede generar el amplio conocimiento de las variedades de leches fermentadas.
5	Ud. es intolerante a la lactosa?	Si No	83 214	27,95 72,05	Los gránulos de kéfir son microorganismos que se alimentan de la lactosa que contiene la leche por lo tanto las personas intolerantes a la lactosa podrán consumirlo sin ningún problema. Al llevar a cabo estas encuestas se pudo comprobar este factor ya que las que se pusieron en contacto mencionaron que no habían tenido efectos secundarios después de ingerirlo.
6	Le gustaría adquirir este producto?	Si No	285 12	95,96 4,04	Las personas que no están de acuerdo con el kéfir, lo han decidido por razones indiferentes al mismo, ya que son cuestiones más de gustos o porque simplemente no consumen productos lácteos. Se determinó que la población está muy interesada en adquirirlo en el mercado por lo que este producto ha tenido un 95% de aceptación.

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

### 3.2.6.6. Análisis Sensorial

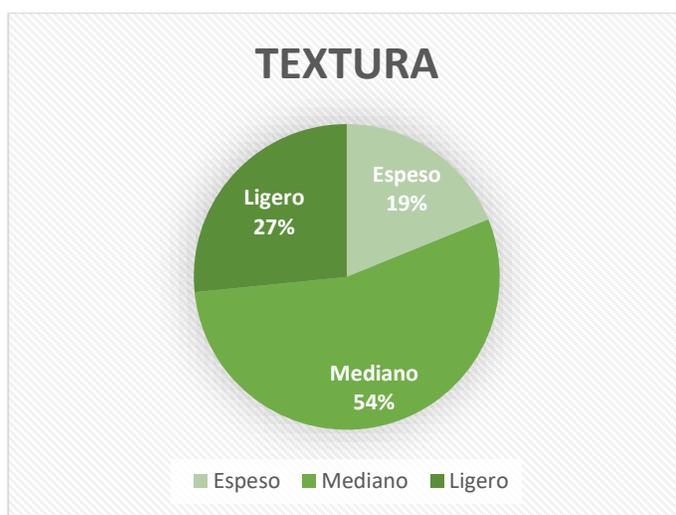
Una vez realizado los análisis físico-químicos y microbiológicos se lleva a cabo el análisis sensorial que determinará las propiedades propias de un Kéfir, es decir, se interrogó sobre textura, olor y sabor.

El análisis sensorial se efectuó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en las escuelas de Gastronomía y Agroindustria, con una población de 297 personas que fueron encuestadas. La muestra de kéfir que se proporcionó a los jueces fue un Kéfir natural, es decir, sin saborizantes ni colorantes, ya que ese será el producto final que proveerá la empresa. Una vez recolectado los datos, se procede al análisis estadístico para determinar la aceptación de las propiedades organolépticas del Kéfir.

**Tabla 24-3:** Resultados del análisis sensorial del Kéfir natural

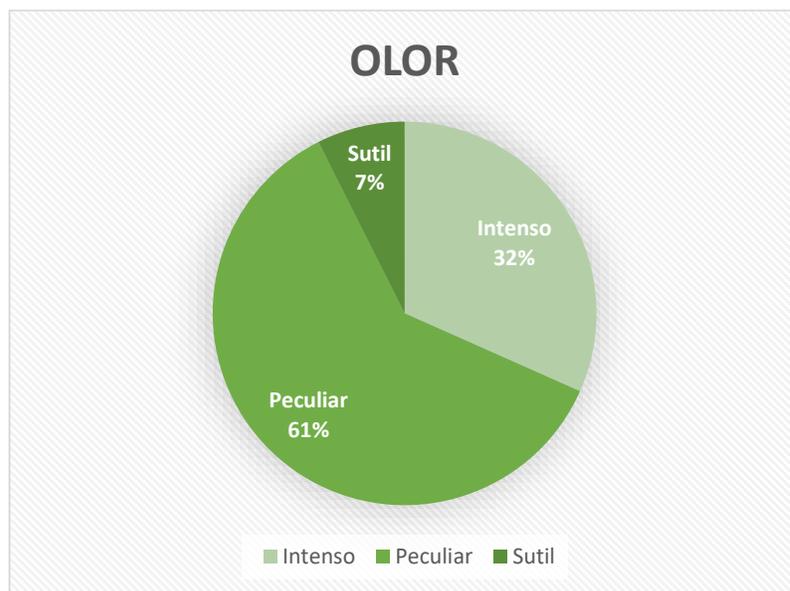
<b>TEXTURA</b>			
Espeso	Mediano	Ligero	TOTAL
56	162	79	297
<b>OLOR</b>			
Intenso	Peculiar	Sutil	TOTAL
94	181	22	297
<b>SABOR</b>			
Agradable	Aceptable	Desagradable	TOTAL
35	127	135	297

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019



**Gráfico 4-3:** Textura del Kéfir

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019



**Gráfico 5-3:** Olor del Kéfir  
**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019



**Gráfico 6-3:** Sabor del Kéfir  
**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019

Resultado: La muestra de Kéfir que fue degustado por la población asignada, dio como resultado que las propiedades sensoriales que posee son las siguientes:

- Una textura que se catalogó como mediana, es decir, el kéfir no es una sustancia espesa ni ligera, está en un rango intermedio entre el yogurt y una leche saborizada.
- Un olor peculiar que los encuestados describieron como ácido o fermentado.
- Un sabor desagradable, pero en calidad de aceptable, en el cual cabe recalcar que el kéfir de muestra es tal y como la empresa la producirá, en otros términos, un kéfir natural.

### ***3.2.7. Operaciones Unitarias del proceso***

Las operaciones unitarias en la industria química son esenciales ya que consiste en el área de procesos que se lleva a cabo la transformación de materiales utilizando insumos y materias primas en la que se obtiene un producto determinado.

#### ***3.2.7.1. Filtrado***

Es un método de separación física que sirve para separar los sólidos suspendidos que contiene un líquido, mediante un medio permeable capaz de retener partículas sólidas (lienzo) que admite únicamente el paso de líquidos. El líquido que pasa por el filtro se denomina filtrado, y el que se queda retenido por el filtro se lo llama sólido.

El filtrado es un proceso importante que se lo realiza justo después de que haber ordeñado la leche con el objetivo de eliminar todos los residuos sólidos y que la leche pueda pasar al siguiente proceso de fabricación del Kéfir. El proceso se lo lleva a cabo haciendo pasar la materia prima por una membrana, se puede utilizar un lienzo, para separar las partículas sólidas.

#### ***3.2.7.2. Mezclado***

Es una operación unitaria que tienen como objetivo tratar dos o más componentes de tal manera que cada molécula de cada uno de los componentes se acople lo mejor posible con los demás formando una sola sustancia con distribución homogénea. Para elaborar el kéfir el mezclado se lo realiza en la fase inicial con la adición de los aditivos a la materia prima donde se requiere una agitación constante.

### 3.2.7.3. Pasteurizado

La pasteurización es un proceso térmico que se la realiza a los líquidos sobre todo en la industria alimenticia que tiene como objetivo reducir los agentes patógenos que puedan existir, los cuales podrían afectar a la salud de las personas al consumir dichos productos, dicho proceso asegura la inocuidad de los productos.

Para este proceso de pasteurización se puede diferenciar dos tipos; la primera, que es un proceso más lento, en la que se trabaja con una temperatura de 63°C durante 30 minutos, y la otra, una pasteurización rápida, en la cual la temperatura se debe elevar entre 72-75 °C durante un periodo de 15-20 segundos y luego bajar la temperatura drásticamente.

### 3.2.8. Variables del proceso

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

VARIABLE	TIPO	PRINCIPIO	MEDICIÓN	OPERACIÓN A LA QUE SE APLICA	PARÁMETRO
pH	Dependiente	Escala de acidez o basicidad de una sustancia	pH-metro	Inoculación	4-4,6
Tiempo	Dependiente	Periodo en el que transcurre un cambio químico	Cronómetro	Pasteurización	30 min
				Fermentación Láctica	24 horas
				Fermentación alcohólica	2 días
Temperatura	Independiente	Grado de calor que adquieren los cuerpos	Termómetro	Pasteurización	63°C
				Fermentación	24°C
				Refrigeración	4°C
Grados Brix	Dependiente	Variable para determinar la cantidad de lactosa que está presente en la leche	Balanza	Estandarización	14 - 18 °Brix

**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019

### 3.2.9. Balance de masa y de energía

#### 3.2.9.1. Datos preliminares

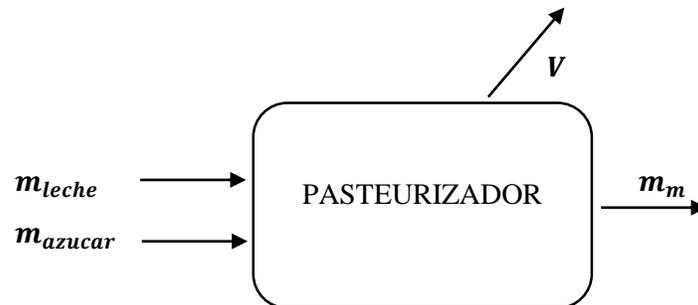
**Tabla 26-3:** Datos Preliminares

Parámetro	Descripción	Valor	Unidad
$\rho_{\text{leche}}$	Densidad de la leche	1030	Kg/m <sup>3</sup>
G	Gravedad	9,8	m/s <sup>2</sup>
$\rho_{\text{azúcar}}$	Densidad de la azúcar	1587	Kg/m <sup>3</sup>
$h_p$	Altura del pasteurizador	0,8	m
$r_p$	Radio del pasteurizador	0,5	m
$K_{\text{acero}}$	Conductividad térmica del acero	16,3	W/m <sup>2</sup> .°C
$\rho_{\text{kéfir}}$	Densidad del Kéfir	1072	Kg/m <sup>3</sup>
$\mu_{\text{kéfir}}$	Viscosidad del Kéfir	0,282	Kg/m.s
$\rho_{\text{acero}}$	Densidad del material	7930	Kg/m <sup>3</sup>
$C_{p_{\text{kéfir}}}$	Capacidad Calorífica del Kéfir	3.846	KJ/Kg.°C
$m_{\text{cultivo}}$	Masa de Gránulos de Kéfir	80	Kg
$\Delta \bar{H}_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}^{\circ}$	Entalpia de formación de la glucosa	1261,5	Kg/mol
$\Delta \bar{H}_{\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3}^{\circ}$	Entalpia de formación del ácido láctico	694,51	Kg/mol
$m_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}$	Peso molecular de la glucosa	180	Kg/mol
Pr	Número de Prandtl	7,51	-
$\Sigma$	Constante de Stefan Boltzman	$5,67 \cdot 10^{-8}$	w/m <sup>2</sup> K <sup>4</sup>
$\epsilon_{\text{acero}}$	Emisividad del acero	0,28	°C <sup>-1</sup>
$\epsilon$	Emisividad del poliuretano	0,9	°C <sup>-1</sup>
$k_{\text{poliuretano}}$	Conductividad térmica del poliuretano	0,23	W/m.°C

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

### 3.2.9.2. Balance de masa

#### Pasteurizador



$$E = S + V$$

Donde:

E: Entrada

S: Salida

V: Perdida por evaporización

✓ Masa inicial

$$m_m = m_{leche} + m_{azucar}$$

$$m_m = 206 \text{ Kg} + 18.50 \text{ Kg}$$

$$m_m = 224.5 \text{ Kg}$$

✓ Volumen de la mezcla

$$V_m = V_{leche} + V_{azucar}$$

$$V_m = 0.2 \text{ m}^3 + 0.012 \text{ m}^3$$

$$V_m = 0.212 \text{ m}^3$$

✓ Densidad de la mezcla

$$\rho_m = \frac{m_m}{V_m}$$

$$\rho_m = \frac{224.5 \text{ Kg}}{0.212 \text{ m}^3}$$

$$\rho_m = 1058.96 \text{ Kg/m}^3$$

La pérdida de materia que se genera en el proceso de pasteurización se determinó experimentalmente el cual tiene un porcentaje aproximado del 10% del volumen total. Por lo tanto, el volumen y la masa del vaporizador son los siguientes:

$$V_v = V_m * \% p$$

$$V_v = 0.212 \text{ m}^3 * 10\%$$

$$V_v = 0.0212 \text{ m}^3$$

$$m_v = \rho_m * V_v$$

$$m_v = 1058.96 \text{ Kg/m}^3 * 0.0212 \text{ m}^3$$

$$m_v = 22.45 \text{ Kg}$$

Por consiguiente, el balance de masa para el pasteurizador es el siguiente:

$$E = S + V$$

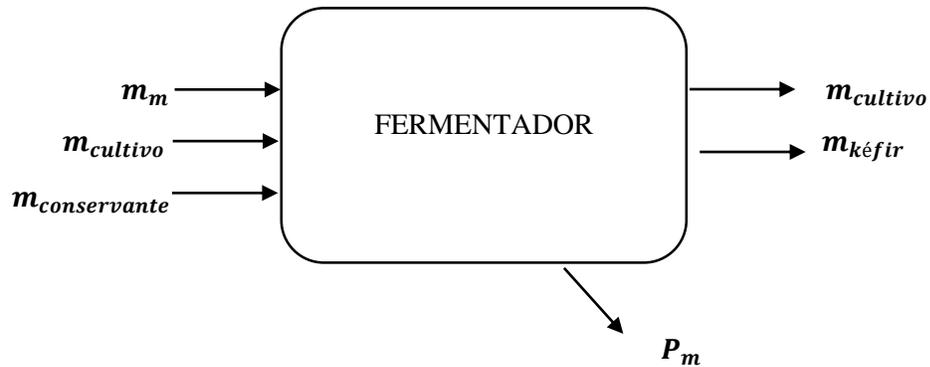
$$E = m_m$$

$$S = E - V$$

$$S = 224.5 \text{ Kg} - 22.45 \text{ Kg}$$

$$S = m_m = 202.05 \text{ Kg}$$

Fermentador



$$E = S$$

✓ Masa de Kéfir

El cultivo, es decir, los gránulos de kéfir

$$m_m + m_{cultivo} + m_{conservante} = m_{cultivo} + m_{kéfir} + P_m$$

Donde:

$P_m$ : pérdida de masa

Se tomó en cuenta que al tamizar los gránulos de kéfir se lleva consigo una cierta cantidad de masa de la mezcla.

$$m_{kéfir} + 80 \text{ Kg} = 202.05 \text{ Kg} + 80 \text{ Kg} + 0.01 \text{ Kg} - 7 \text{ Kg}$$

$$m_{kéfir} = 195.06 \text{ Kg}$$

### Rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Kg de Kéfir}}{\text{Kg de Materia Prima}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{195.06 \text{ Kg}}{224.5 \text{ Kg}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 87\%$$

### 3.2.9.3. Cálculos de ingeniería

#### Tanque de recepción

- ✓ Volumen del tanque

$$V_t = V_{leche} * f_s$$

Donde:

Vt: Volumen del tanque de recepción (m<sup>3</sup>)

Vleche: Volumen de la leche (L)

Fs: Factor de seguridad (20%)

$$V_t = 200L * 1.20$$

$$V_t = 240 L$$

$$V_t = 0.240 m^3$$

- ✓ Altura del tanque

Se asume el diámetro del tanque a Dt = 0.7 m debido a que con esta medida se facilitara el proceso de filtración.

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

Donde:

h: altura del tanque

r<sub>t</sub>: Radio del tanque

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

$$h = \frac{0.24 \text{ m}^3}{\pi(0.35\text{m})^2}$$

$$h = 0.62 \text{ m}$$

✓ Área del tanque

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

$$A_t = 2\pi(0.35\text{m})(0.62\text{m}) + \pi(0.35)^2$$

$$A_t = 1.75 \text{ m}^2$$

Fermentador

✓ Volumen del fermentador

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

$$V_{Kéfir} = \frac{195.06 \text{ Kg}}{1087 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V_{Kéfir} = 0.179 \text{ m}^3$$

$$V_f = V_{Kéfir} * fs$$

$$V_f = 0.179 \text{ m}^3 * 1.20$$

$$V_f = 0.21 \text{ m}^3$$

✓ Diámetro del Fermentador

Se considera que el diámetro del fermentador es igual a la altura del fermentador  $D_f = H_f$ .

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

$$D_f = \sqrt[3]{\frac{V_f * 4}{\pi}}$$

$$D_f = \sqrt[3]{\frac{0.21 * 4}{\pi}}$$

$$D_f = 0.65 \text{ m}$$

$$H_f = 0.65 \text{ m}$$

✓ Área del fermentador

$$A_f = 2\pi r_f H_f + 2\pi r_f^2$$

$$A_f = 2\pi(0.325\text{m})(0.7\text{m}) + 2\pi(0.325)^2$$

$$A_f = 2.21 \text{ m}^2$$

Paletas del fermentador

✓ Diámetro de las paletas

$$D_p = \frac{1}{3} * D_f$$

$$D_p = \frac{0.65 \text{ m}}{3}$$

$$D_p = 0.22 \text{ m}$$

- ✓ Distancia mínima entre la base del tanque y las paletas

$$\frac{E_p}{D_p} = 1$$

$$E_p = 0.22 \text{ m}$$

- ✓ Altura de las paletas

$$\frac{W_p}{D_p} = \frac{1}{5}$$

$$W_p = \frac{D_p}{5}$$

$$W_p = \frac{0.22 \text{ m}}{5}$$

$$W_p = 0.04 \text{ m}$$

- ✓ Ancho de las paletas

$$\frac{L_p}{D_p} = \frac{1}{4}$$

$$L_p = \frac{D_p}{4}$$

$$L_p = \frac{0.22 \text{ m}}{4}$$

$$L_p = 0.05 \text{ m}$$

✓ Número de Reynolds

Debido a que se necesita una agitación a baja velocidad se asume el valor de 100 RPM.

$$Re = \frac{n * D_p^2 * \rho_{Kéfir}}{\mu_{Kéfir}}$$

Donde:

n: Número de revoluciones (s<sup>-1</sup>)

$\mu_{Kéfir}$ : Viscosidad del Kéfir

$$Re = \frac{1.67 s^{-1} * (0.22 m)^2 * 1087 Kg/m^3}{0.282 \frac{Kg}{m.s}}$$

$$Re = 311.56$$

✓ Potencia del agitador

$$P = Np * \rho_{Kéfir} * n^3 * D_p^5$$

Donde:

Np: Número de potencia

El número de potencia se puede definir en la gráfica ubicada en el Anexo C para un mezclador de 4 palas utilizando el número de Reynolds, el cual nos indica un valor de 2,5.

$$P = 2.5 * 1087 Kg/m^3 * (1.67 s^{-1})^3 * (0.22 m)^5$$

$$P = 6.52 W$$

$$P = 0.01 Hp$$

Considerando que la eficiencia de la bomba es de 70% y las pérdidas por fricción serán 30% se obtiene una potencia de:

$$P = \frac{0.01 * 1.35}{0.7}$$

$$P = 0.02Hp$$

En nuestro medio es muy complicado conseguir bombas de 0.02 Hp, por lo tanto, se utilizará una bomba de ¼ de hp, que es el equipo más pequeño que se puede encontrar para impulsar fluidos.

### Serpentín del Fermentador

- ✓ Área de transferencia de calor del serpentín

$$A_s = \pi d_s L_s = \pi^2 d_s D_s n_s$$

Donde:

As: Área de transferencia de calor del serpentín (m<sup>2</sup>)

d<sub>s</sub>: Diámetro externo del serpentín (m)

L<sub>s</sub>: Longitud del serpentín (m)

D<sub>s</sub>: Diámetro del serpentín (m)

n<sub>s</sub>: Número de espiras del serpentín

- ✓ Diámetro del serpentín

$$D_s = (0.8D_f)$$

$$D_s = (0.8 * 0.65m)$$

$$D_s = 0.5 m$$

- ✓ Altura del Serpentín

$$H_s = (0.7H_f)$$

$$H_s = (0.7 * 0.65m)$$

$$H_s = 0.45 \text{ m}$$

- ✓ Separación entre espiras adyacentes

$$e_s = 4d_s$$

$$e_s = 4(0.0127\text{m})$$

$$e_s = 0.05\text{m}$$

- ✓ Número de espiras

$$n_s = \frac{H_s}{e} + 1$$

$$n_s = \frac{0.45 \text{ m}}{0.05 \text{ m}} + 1$$

$$n_s = 10$$

- ✓ Longitud del Serpentín

$$L_s = \pi D_s n_s$$

$$L_s = \pi(0.5 \text{ m})(10)$$

$$L_s = 15.7 \text{ m}$$

Por lo tanto, el área de transferencia del serpentín será:

$$A_{Ts} = \pi(0.0127)(20.73\text{m})$$

$$A_{Ts} = 0.63 \text{ m}^2$$

### 3.2.9.4. Balance de energía

#### Pasteurizador

Balance Global

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

$$Q_L = Q_C + Q_P$$

Donde:

Q<sub>L</sub>: Calor ganado por la leche (KW)

Q<sub>C</sub>: Calor suministrado por la caldera (KW)

Q<sub>P</sub>: Calor perdido por las paredes del pasteurizador (KW)

✓ Área de transferencia de calor

$$A_{Tp} = 2\pi * r_p h_p * \pi * r_p^2$$

Donde:

A<sub>Tp</sub>: Área de transferencia de calor, m<sup>2</sup>

r<sub>p</sub>: Radio del pasteurizador, m

h<sub>p</sub>: Altura del pasteurizador, m

$$r_p = 0.50 \text{ m}$$

$$h_p = 0.80 \text{ m}$$

$$A_{Tp} = 2\pi * 0.5 * 0.8 * \pi * (0.5)^2$$

$$A_{Tp} = 1.97 \text{ m}^2$$

Calor perdido por las paredes del pasteurizador

$$Q_p = k_{acero} * A_{Tp} * \Delta T$$

$$Q_p = k_{acero} * A_{Tp} * (T_p - T_A)$$

Donde:

$K_{acero}$ : Coeficiente de transmisión térmica del material,  $W/m^2 \cdot ^\circ C$

$A_{Tp}$ : Área de transferencia del calor del pasteurizador,  $m^2$

$T_p$ : Temperatura de pasteurización,  $^\circ C$

$T_A$ : Temperatura de alimentación,  $^\circ C$

$$Q_p = 16.3 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} * 1.97 m^2 * (63 - 18) ^\circ C$$

$$Q_p = 1444.99 W$$

$$Q_p = 1.445 KW$$

Calor ganado por la leche

$$C_p = 41.8 * Wa + (13.71 + 0.112\theta)Ts$$

Donde:

$C_p$ : Capacidad Calorífica, %

$Wa$ : Contenido de agua, %

$Ts$ : Sólidos no grasos, %

$$C_p = 41.8 * 88.79 + (13.71 + 0.112(63^\circ C))8.23$$

$$C_{p63^\circ C} = 3882.33 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ C}$$

$$Q_L = \dot{m} * C_{pL-63^\circ C} * \Delta T$$

$$Q_L = 0.13 \frac{Kg}{s} * 3.882 \frac{KJ}{Kg^\circ C} * (63 - 18)^\circ C$$

$$Q_L = 22.71 KW$$

- ✓ Calor suministrado por la caldera

$$Q_C = Q_L - Q_P$$

$$Q_C = 22.71 KW - 1.445 KW$$

$$Q_C = 21.265 KW$$

- ✓ Coeficiente global de transferencia de calor en el pasteurizador

$$Q_L = U_p * A_{Tp} * \Delta T$$

$$U_p = \frac{Q_L}{A_{Tp} * \Delta T}$$

$$U_p = \frac{22.71 \frac{KJ}{s}}{1.97m^2 * (63 - 18)^\circ C}$$

$$U_p = 0.26 \frac{KW}{m^2 \cdot ^\circ C}$$

### Fermentador

- ✓ Balance de energía para el Enfriamiento

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

$$Q_{L2} + Q_{P2} = Q_{C2}$$

Donde:

$Q_{L2}$ : Calor perdido por la leche en la etapa de enfriamiento (KW)

$Q_{C2}$ : Calor perdido por el agua de enfriamiento (KW)

$Q_{P2}$ : Calor suministrado por las paredes del serpentín (KW)

$$Q_{P2} = k_{acero} * A_{Ts} * \Delta T$$

$$Q_{P2} = k_{acero} * A_{Ts} * (T_F - T_P)$$

Donde:

$K_{acero}$ : Coeficiente de transmisión térmica del material, W/m<sup>2</sup>.°C

$A_{Ts}$ : Área de transferencia del calor del serpentín, m<sup>2</sup>

$T_F$ : Temperatura de fermentación, °C

$T_P$ : Temperatura de pasteurización, °C

$$Q_{P2} = 16.3 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} * 0.63 m^2 * (24 - 63)^\circ C$$

$$Q_{P2} = -400.491 W$$

$$Q_{P2} = -0.400 KW$$

✓ Calor perdido por la leche

$$Q_{L2} = \dot{m} * C_{pL-24^\circ C} * \Delta T$$

$$Q_{L2} = \dot{m} * C_{pL-24^\circ C} * (T_F - T_P)$$

Donde:

$\dot{m}$ : Alimentación al fermentador, Kg/h

$C_p$ : Capacidad calorífica de la leche, KJ/Kg°C

$T_F$ : Temperatura de fermentación, °C

T<sub>p</sub>: Temperatura de pasterización, °C

$$C_{p24^{\circ}C} = 41.8 * 88.79 + (13.71 + 0.112(24^{\circ}C))8.23$$

$$C_{p24^{\circ}C} = 3846.38 \frac{J}{Kg^{\circ}C}$$

$$C_{p24^{\circ}C} = 3.846 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C}$$

$$Q_{L2} = 0.14 \frac{Kg}{s} * 3.846 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C} * (24 - 63)^{\circ}C$$

$$Q_{L2} = -20.99 KW$$

✓ Calor ganado por el agua de enfriamiento

$$Q_{C2} = Q_{L2} - Q_{P2}$$

$$Q_{C2} = -(-20.99KW - 0.400KW)$$

$$Q_{C2} = 21.39 KW$$

✓ Coeficiente global de transferencia de calor

$$Q_{C2} = U_{P2} * A_{Ts} * \Delta T$$

$$U_{P2} = \frac{Q_{L2}}{A_{Ts} * \Delta T}$$

$$U_{P2} = \frac{-21.39 \frac{KJ}{s}}{0.63m^2 * (24 - 63)^{\circ}C}$$

$$U_{P2} = 0.87 \frac{KW}{m^2 \cdot ^{\circ}C}$$

- ✓ Balance de energía en la etapa de fermentación

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

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

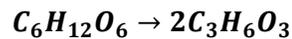
Donde:

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

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

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

- ✓ Calor generado por la reacción de fermentación



$$\Delta \bar{H}_{rx}^{\circ} = \sum \Delta \bar{H}_{productos}^{\circ} - \sum \Delta \bar{H}_{reactivos}^{\circ}$$

$$\Delta \bar{H}_{rx}^{\circ} = 2 \left( -694.51 \frac{KJ}{mol} \right) - \left( -1261.5 \frac{KJ}{mol} \right)$$

$$\Delta \bar{H}_{rx}^{\circ} = -127.52 \text{ KJ/mol}$$

- ✓ Calor generado por kilogramo de glucosa fermentada

$$Q_g = -127.52 \frac{KJ}{mol} * \frac{1 \text{ mol}}{180 \text{ Kg glucosa}}$$

$$Q_g = -0.708 \frac{KJ}{Kg}$$

- ✓ Cantidad de la glucosa contenida en la leche a fermentar

$$^{\circ}Brix = \frac{Kg \text{ lactosa}}{100 \text{ Kg solución}}$$

La leche que se ha de fermentar contiene un porcentaje de 8.23 °Brix.

$$m \text{ lactosa} = \dot{m} * \text{°Brix}$$

$$m \text{ lactosa} = 202.05 \text{ Kg leche} * \frac{8.23 \text{ Kg de lactosa}}{100 \text{ Kg leche}}$$

$$m \text{ lactosa} = 16.63 \text{ Kg de lactosa}$$

La lactosa se hidroliza en una mezcla equimolar de galactosa y glucosa, por lo tanto, se tiene que 16.63 Kg son de lactosa y 8.315 Kg son de glucosa.

$$Q = (0.708 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg galactosa}} * 8.315 \text{ Kg de glucosa})$$

$$Q = -5.89 \text{ KJ}$$

El tiempo de resistencia en el reactor es de 22 horas, por lo que el calor de la reacción será:

$$Q_{rx} = \frac{-5.89 \text{ KJ}}{22 \text{ horas}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600s}$$

$$Q_{rx} = -7.44 * 10^{-5} \text{ KW}$$

✓ Calor perdido por las paredes

$$Q_{pared} = \frac{T_F - T_A}{R_{cv} + R_{cd} + R_{rd}}$$

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

Donde:

T<sub>F</sub>: Temperatura del fermentador, °C

$T_A$ : Temperatura del ambiente, °C

$r_f$ : Radio del fermentador, m

$r_2$ : Radio externo del fermentador, m

$H_f$ : Altura del fermentador, m

$k_{\text{acero}}$ : Coeficiente de transmisión térmica del material, W/m<sup>2</sup>.°C

$h_{ci}$ : Coeficiente de convección interno, W/m<sup>2</sup>.°C

$h_{co}$ : Coeficiente de convección del aire, W/m<sup>2</sup>.°C

$h_{ro}$ : Coeficiente de radiación, W/m<sup>2</sup>.°C

$$r_f = 0.325m$$

Para la industria de alimentos y la construcción de equipos es recomendable utilizar acero inoxidable AISI 304, el mismo que se implementará en el fermentador diseñado para este proceso, su espesor es de 3 mm, por lo tanto:

$$r_2 = r_f + 0.003m = 0.328m$$

✓ Cálculo del coeficiente de convección interno

$$h_{ci} = \frac{k}{H_f} 0.59(G_r P_r)^{\frac{1}{4}}$$

Donde:

$G_r$ : Número Graso

$P_r$ : Número Prandtl

$k$ : Coeficiente de transmisión térmica del yogurt, W/m.°C

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

Donde:

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

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

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

$\mu_m$ : Viscosidad media leche-kefir, Kg/m.s

$$G_r = \frac{(0.65m)^3 \left(1087 \frac{Kg}{m^3}\right)^2 \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right) (0.21^\circ C^{-1})(24^\circ C - 18^\circ C)}{\left(0.248 \frac{Kg}{m.s}\right)^2}$$

$$G_r = 65146699.37$$

$$P_r = 7.51$$

$$G_r P_r = (65146699.37)(7.51)$$

$$G_r P_r = 489251712.3$$

✓ Coeficiente de convección interno

$$h_{ci} = \frac{0.399 \frac{W}{m.^{\circ}C}}{0.65m} 0.59(489251712.3)^{\frac{1}{4}}$$

$$h_{ci} = 30.29 \frac{W}{m^2.^{\circ}C}$$

✓ Coeficiente de convección del aire

$$h_{co} = 1.42 \left(\frac{\Delta T}{HH_f}\right)^{\frac{1}{4}}$$

$$h_{co} = 1.42 \left(\frac{(24^\circ C - 18^\circ C)}{0.65m}\right)^{\frac{1}{4}}$$

$$h_{co} = 2.47 \frac{W}{m^2.^{\circ}C}$$

✓ Coeficiente de radiación

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

Donde:

$\varepsilon$ : Constante de emisividad del material

$\sigma$ : Constante de Stefan Botzman,  $W/m^2K^4$

$$h_{ro} = (5.67 * 10^{-8} \frac{W}{m^2K^4}) * 0.28 * (297^4 - 291^4)K$$

$$h_{ro} = 9.68 \frac{W}{m^2C}$$

El calor perdido por las paredes del fermentador lo obtendremos reemplazando datos.

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

$Q_{pared}$

$$= \frac{24^{\circ}C - 18^{\circ}C}{\frac{1}{2\pi(0.325m)(0.65m)(30.29 \frac{W}{m^2C})} + \frac{Ln \frac{0.328}{0.325}}{2\pi(0.65m)(16.3 \frac{W}{m^2C})} + \frac{1}{2\pi(0.328m)(0.65)(2.47 + 9.68) \frac{W}{m^2C}}}$$

$$Q_{pared} = -69.41 W$$

La fermentación se da en un tiempo de 22 horas, por lo tanto, el flujo de calor será:

$$Q_{pared} = -69.41 \frac{J}{s} * \frac{3600 s}{1h} * 22h$$

$$Q_{pared} = -5497580.81 J$$

$$Q_{pared} = -5497.58 \text{ KJ}$$

Se tomará la capacidad calorífica a la temperatura de operación, ya que el fluido está compuesto mayormente de leche y sus propiedades no varían hasta pasadas 12 horas.

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

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

$$\Delta T = \frac{5497.58 \text{ KJ}}{202.05 \text{ Kg} * 3.846 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}}$$

$$\Delta T = 7.07^\circ\text{C}$$

Si el tanque se deja expuesto a temperatura ambiente la temperatura tiende a disminuir muy drásticamente por lo que se recubrirá con un aislante, el cual será espuma de poliuretano por su bajo costo y conductividad térmica.

✓ Cálculo del calor perdido por las paredes del fermentador con aislante de poliuretano

El coeficiente de convección y radiación es calculado nuevamente ya que la temperatura externa del acero no es igual a la temperatura externa de la pared del aislante. Se asume la temperatura de la cara externa del material aislante y con esta temperatura se determina la cantidad de calor transmitido, una vez que la cantidad de calor transmitido es igual tanto para convección y radiación, esa temperatura será la correcta.

$$q = q_{conducción} - q_{convección+radiación}$$

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

Donde:

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

$A_{\text{aislante}}$ : Área del aislante,  $m^2$

$A_{\text{externo}}$ : Área de la cara externa,  $m^2$

$h_{\text{co1}}$ : Coeficiente de convección del aire,  $W/m^2s$

$h_{\text{ro1}}$ : Coeficiente de radiación,  $W/m^2s$

$$A_{\text{aislante}} = 2.21 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{externa}} = 2.23 \text{ m}^2$$

$$T_{\text{aislante}} = 18.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_{\text{ro1}} = 39.82 \frac{W}{m^2 \cdot s}$$

$$h_{\text{co1}} = 2.41 \frac{W}{m^2 \cdot s}$$

$$q_{\text{conducción}} = 14.8 \text{ W}$$

$$q_{\text{convección+radiación}} = 14.12 \text{ W}$$

A la temperatura de  $^\circ\text{C}$  los valores son iguales, se selecciona estos valores de convección y radiación.

$$Q_{\text{pared}} = \frac{T_F - T_A}{\frac{1}{2\pi r_f H h_{ci}} + \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi H k_{\text{acero}}} + \frac{\ln \frac{r_3}{r_2}}{2\pi H k_{\text{aislante}}} + \frac{1}{2\pi H (h_{\text{co1}} + h_{\text{ro2}})}}$$

$Q_{\text{pared}}$

$$= \frac{24^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C}}{\frac{1}{2\pi(0.325\text{m})(0.65\text{m})(26.00 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ\text{C}})} + \frac{\ln \frac{0.328}{0.325}}{2\pi(0.65\text{m})(16.3 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ\text{C}})} + \frac{\ln \frac{0.358}{0.328}}{2\pi(0.65\text{m})(0.023 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ\text{C}})} + \frac{1}{2\pi(0.328\text{m})(2.14 + 39.82) \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ\text{C}}}}$$

$$Q_{\text{pared}} = -6.17 \text{ W}$$

La fermentación se da en un tiempo de 22 horas por lo tanto el flujo de calor es:

$$Q_{pared} = -6.17 \frac{J}{s} * \frac{3600 s}{1h} * 22h$$

$$Q_{pared} = -488664 J$$

$$Q_{pared} = -488.664 KJ$$

Se tomará la capacidad calorífica a la temperatura de operación, ya que el fluido está compuesto mayormente de leche y sus propiedades no varían hasta pasadas 12 horas.

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

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

$$\Delta T = \frac{488.664 KJ}{202.05 Kg * 3.846 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C}}$$

$$\Delta T = 0.63 ^{\circ}C$$

### 3.2.9.5. Resultados del dimensionamiento

**Tabla 27-3:** Resultados del dimensionamiento del tanque de recepción

Parámetro	Descripción	Valor	Unidad
<b>TANQUE DE RECEPCIÓN</b>			
V <sub>tanque</sub>	Volumen del tanque	0.240	m <sup>3</sup>
H	Altura del tanque	0.62	m
D	Diámetro del tanque	0.7	m
A	Área del tanque	1.75	m <sup>2</sup>

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

**Tabla 28-3:** Resultados del dimensionamiento del Fermentador

Parámetro	Descripción	Valor	Unidad
<b>FERMENTADOR</b>			
$V_{\text{fermentador}}$	Volumen del fermentador	0.21	m <sup>3</sup>
H	Altura del fermentador	0.65	m
D	Diámetro del fermentador	0.65	m
A	Área del fermentador	2.21	m <sup>2</sup>
<b>SERPENTIN</b>			
Ds	Diámetro del serpentín	0.50	m
Hs	Altura del serpentín	0.45	m
e	Separación entre espiras adyacentes	0.05	m
n	Número de espiras del serpentín	10	-
Ls	Longitud del serpentín	15.70	m
As	Área de transferencia de calor	0.63	m <sup>2</sup>
<b>AGITADOR</b>			
Dp	Diámetro de las paletas	0.22	m
E	Altura Mínima de las paletas con relación al piso	0.22	m
Wp	Altura de las paletas	0.04	m
Lp	Ancho de las paletas	0.05	m
P	Potencia de la bomba	0.25	Hp

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

### 3.3. Proceso de Producción

El siguiente proyecto será propuesto para la microempresa “CAMILITA”, tomando en cuenta los componentes y el área de producción libre en la fábrica, además de elaborar el diseño de los equipos que se deberá implementar en dicha empresa para el desarrollo del proceso de producción de kéfir.

El tipo de producción propuesto es de tipo Batch ya que la materia prima que se necesita debe ser fresca, es decir, recién ordeñada, la cual está disponible solo en las mañanas. Además de que se trata de implementar una nueva línea de producción a la empresa.

#### 3.3.1. Materia Prima, Aditivos e Insumos

A continuación, se detallan la materia prima, aditivos e insumos que se utilizan para el proceso de elaboración de kéfir a nivel industrial, el producto final es un kéfir natural, por lo tanto, se evitó el uso de aditivos como colorantes o saborizantes.

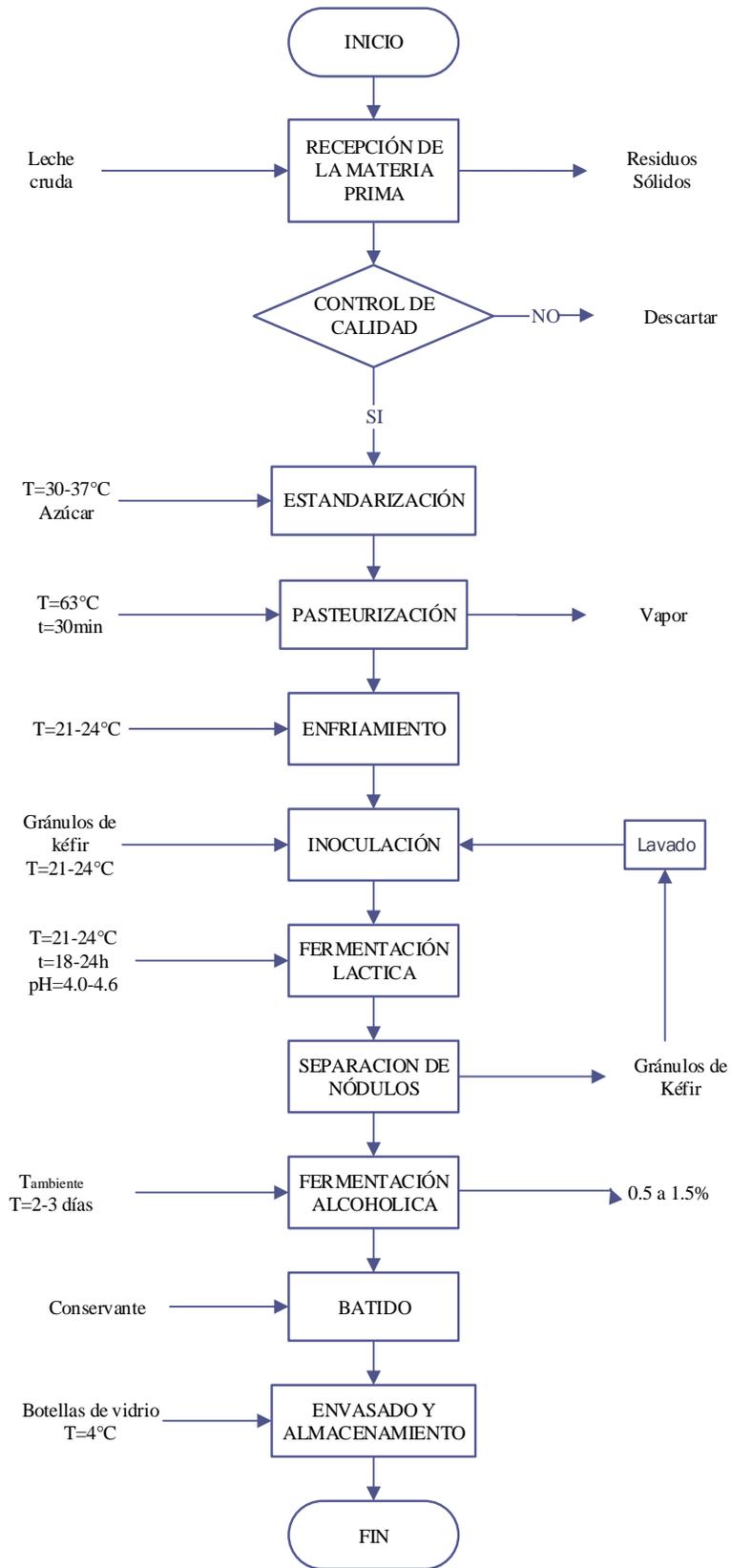
**Tabla 29-3:** Materia prima, aditivos e insumos

<b>MATERIA PRIMA</b>	Leche cruda	Es proporcionado del sector agrícola aledaño a la microempresa CAMILITA. Se realiza la inspección de posibles contaminantes.
<b>ADITIVOS</b>	Sacarosa (Azúcar)	Se utilizó azúcar "Valdez", la cantidad necesaria pre calculada en las pruebas de laboratorio.
	Sorbato de Potasio	Se estableció la cantidad necesaria para la conservación del Kéfir
<b>INSUMOS</b>	Envases de vidrio de 300 (mL)	El producto será embotellado en envases de vidrio de 300 (mL)
	Etiquetas	El logo de la fábrica se colocara con el etiquetado

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

### **3.3.2. Diagrama del proceso para la elaboración de Kéfir**

A continuación, en el diagrama de flujo de detalla cada una de las operaciones que se llevan a cabo en la elaboración del kéfir, tomando en cuenta el volumen de leche que la microempresa de lácteos CAMILITA está dispuesta a procesar por cada lote de kéfir.



**Gráfico 7-3:** Diagrama de flujo del proceso de producción del kéfir

**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019

### **3.3.3. Descripción del diagrama**

#### **3.3.3.1. Recepción y control de calidad de la materia prima**

La leche cruda es recopilada en un tanque de acero inoxidable 304, en el que en su interior tiene un lienzo que filtra todas las impurezas que podría tener la leche por el proceso del ordeño y transporte, en el taque se ingresaran 200 litros y al realizar el control de calidad se determinara un pH de 6.5 – 6.8 a temperatura ambiente.

#### **3.3.3.2. Estandarización**

La leche es transportada de manera manual a una pasteurizadora de acero inoxidable 304, la misma que contiene dos entradas, de leche y de vapor, este último es proporcionado por el caldero, los cuales son propiedad de la empresa. Al aumentar la temperatura a 37°C se añade la sacarosa, y se homogeniza este aditivo con el agitador que posee la pasteurizadora.

#### **3.3.3.3. Pasteurización**

En el proceso de pasteurización se debe tomar en cuenta la variación de temperatura, se alcanzará a 63°C la cual permanecerá por 30 minutos, garantizando así la inocuidad del producto con la eliminación de agentes patógenos responsables de enfermedades.

#### **3.3.3.4. Enfriamiento**

Se traslada la mezcla pasteurizada al tanque fermentador con acero inoxidable 304, el cual tiene incorporado un serpentín por donde transita un fluido de enfriamiento, preparando así, un correcto sistema para el crecimiento de las bacterias lácticas.

#### **3.3.3.5. Inoculación**

Una vez alcanzada la temperatura de 24°C se añade 80 Kg de gránulos de Kéfir que contiene tanto bacterias lácticas como levaduras.

#### *3.3.3.6. Fermentación láctica*

Se conserva el proceso a una temperatura de 24°C por 22 horas, mientras esto se da, la fermentación ácido láctica y las propiedades de la leche comienzan a cambiar, al final se obtendrá un pH óptimo de 4 – 4.6 que dará por terminada esta etapa. Los gránulos de kéfir son retirados y almacenados para la próxima fermentación.

#### *3.3.3.7. Fermentación alcohólica y batido*

En el kéfir existe la fermentación alcohólica la cual se la realiza simultáneamente con el batido, esta fermentación dura de 2 a 3 días y se deberá agitar cada 8 horas por 3 minutos, hasta obtener un porcentaje de alcohol de 0.5 a 1.5 %. El kéfir será un producto natural por lo que no se añadirá ningún tipo de colorante o edulcorante antes del envasado.

#### *3.3.3.8. Envasado y almacenado*

Al final del proceso el kéfir es envasado a través de una máquina envasadora en botella de vidrio de contenido de 300 ml, previamente esterilizadas, el producto final se transportará a refrigeración con una temperatura de 4°C, para la distribución.

### **3.3.4. Validación del proceso**

Para la validación del proceso se hicieron pruebas a escala laboratorio, las mismas que fueron realizadas en la empresa de lácteos CAMILTA, al final se caracterizó el producto final de la prueba piloto. La validación del proceso se basa en la norma NTE INEN 2395:2011 que especifica el rango de valores permisibles para el kéfir.

#### *3.3.4.1. Análisis físico-químico y microbiológicos*

Los análisis tanto físico-químicos como microbiológicos se realizaron en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en el laboratorio CESTTA, el mismo que cuenta con certificación para análisis de alimentos. Se tomó una muestra de Kéfir para ser analizados y los datos obtenidos

muestran que el producto cumple con la normativa actual y es apto para el consumo, a continuación, se muestran los resultados:

**Tabla 30-3:** Resultados del análisis físico-químicos del kéfir

Parámetros	Método/Norma	Unidad	Resultado	Valor Límite Permissible	
				m	M
Grasa	AOAC 960.39B	%	2,51	2,5	-
Proteína	PEE/CESTTA/156 AOCA 991.20	%	3,39	2,7	-
Sólidos Totales	PEE/CESTTA/155 AOCA 990.20	%	10,3	-	-

Fuente: Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA)

**Tabla 31-3:** Resultados del análisis microbiológico del kéfir

Parámetros	Método/Norma	Unidad	Resultado	Valor Límite Permissible	
				m	M
Mohos y Levaduras	PEE/CESTTA/120 AOCA 997.02	UFC/g	$34 \cdot 10^2$	200	500
Escherichia coli	PEE/CESTTA/122 AOCA 991.14/AOCA 998,08	UFC/g	<1	<1	-
Coliformes Totales	PEE/CESTTA/123 AOCA 991.14	UFC/g	10	10	100

Fuente: Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA)

**Tabla 32-3:** Resultados del análisis microbiológico del kéfir fresco para mohos y levaduras

Parámetros	Método/Norma	Unidad	Resultado	Valor Límite Permissible	
				m	M
Mohos	PEE/CESTTA/120 AOCA 997.02	UFC/g	100	-	500
Levaduras	PEE/CESTTA/120 AOCA 997.02	UFC/g	$10^2$	$10^4$	-

Fuente: Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA)

**Tabla 33-3:** Resultados del análisis microbiológico de estabilidad del kéfir (después de 15 días)

Parámetros	Método/Norma	Unidad	Resultado	Valor Límite Permisible	
				m	M
Mohos	PEE/CESTTA/120 AOCA 997.02	UFC/g	300	-	500
Levaduras	PEE/CESTTA/120 AOCA 997.02	UFC/g	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	-

Fuente: Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental (CESTTA)

### 3.4. Distribución de la planta

La planta de lácteos de la empresa “CAMILITA” consta de 125 m<sup>2</sup>, en la que se elabora queso fresco a diario, se ha destinado 200 litros de leche, de su reserva de 3000 litros, para la elaboración de kéfir. Se ocupará la misma área producción para elaborar los dos productos simultáneamente.

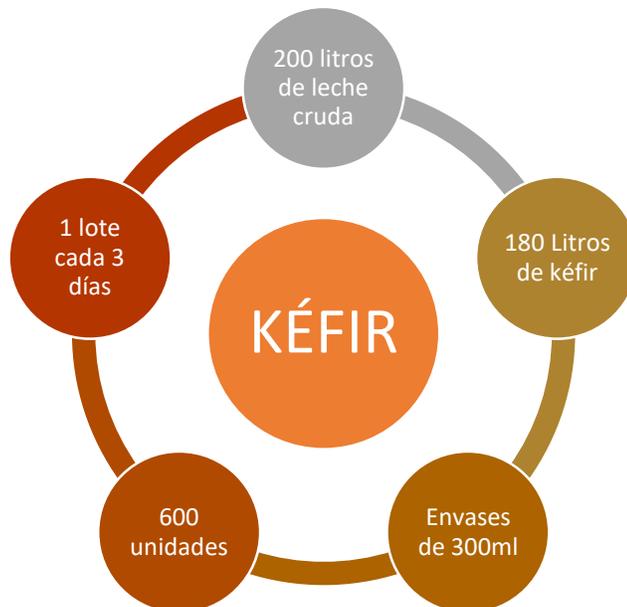
#### 3.4.1. Descripción de las áreas de producción de la planta

- Área de recepción de la materia prima: Es el área destinada a la recolección de la materia prima que en este caso es la leche cruda, donde se realiza el primer control de calidad, es decir, se observará que la leche no contenga impurezas que se puedan apreciar a simple vista además de verificar si es leche fresca.
- Área de laboratorio: En esta área se realizarán los análisis físico químicos de la materia prima además de comprobar la calidad de la misma, conjuntamente con el pesaje de las dosis de los aditivos necesarios para la transformación de la leche.
- Área de producción: Para el área de producción los equipos de la fermentación del kéfir deben estar bien distribuidos para facilitar el transporte del fluido que se está procesando, controlando las variables del proceso para la calidad del producto final.

- Área de envasado y etiquetado: Es el lugar donde se ubicará la máquina envasadora, tomando en cuenta el espacio que sea suficiente y cómodo debido a que el etiquetado se lo realizará de forma manual.
- Área de refrigeración: El producto terminado debe ser transportado inmediatamente a refrigeración para que el proceso de fermentación se detenga y el kéfir pueda mantener sus características propias.
- Bodega: En el área de bodega se almacena los aditivos que se usan para la elaboración de kéfir, aparte de que ahí se guardará algunos instrumentos que ayudaran al mantenimiento de los equipos.
- Oficinas: Es el área que controla las funciones administrativas de la empresa CAMILITA.

### 3.4.2. Capacidad de producción

La cantidad aproximada de kéfir que se obtiene a partir de 200 litros de leche cruda es de 180 litros los cuales son envasados en recipientes de vidrio de contenido de 300 ml.



**Gráfico 8-3:** Capacidad de producción  
**Realizado por:** Daniela Trujillo, 2019

### 3.4.3. *Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria.*

La empresa de lácteos CAMILITA cuenta con varios equipos para disposición de la elaboración de Kéfir, los demás han sido diseñados para este proceso, a continuación, se detallarán los mismos.

#### 3.4.3.1. *Equipos con los que cuenta la planta para la elaboración de Kéfir*

**Tabla 34-3:** Descripción de los equipos que posee la planta

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Característica</b>
Pasteurizador	Se trata de un reactor tipo Bach ya que no existe un flujo de entrada y salida, es decir, que una vez tratado un lote se vaciará se podrá seguir con el siguiente lote. Es un equipo de acero inoxidable de 304 que cuenta con un sistema de calentamiento indirecto ya que contiene una chaqueta de vapor que rodea el tanque, el vapor es suministrado a través de una caldera. este equipo cuenta con un agitador que homogenizará los aditivos que se suministran en la etapa de pasteurización.	Altura: 0,8 m Diámetro: 1 m Capacidad: 600 L Sistema de agitación: Palas planas inclinadas Numero de paletas: 4 Potencia: 0,5 Hp
Caldera	La empresa cuenta con un caldero de tipo vertical que posee una chimenea en su estructura, el cual provee de calor necesario para los diferentes procesos que requieren transformación en la planta.	Combustible: Diésel Diámetro: 0,80 m Longitud: 1,80 m Longitud de la chimenea: 1,20 m Diámetro de la chimenea: 0,25 m Calor generado: 30 KW Presión: 80-200 Psi

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

### 3.4.3.2. Equipos requeridos para el proceso de elaboración de Kéfir

**Tabla 35-3:** Descripción de los equipos requeridos para el proceso

<b>Equipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Característica</b>
Tanque de recepción de leche	Recipiente de acero inoxidable 304 que se fabrica para almacenar la materia prima, es decir, la leche recién ordeñada para el proceso de elaboración de kéfir, el mismo que deberá ser lavado cuidadosamente tras cada recolección.	Volumen: 0,24 m <sup>3</sup> Diámetro: 0,7m Altura: 0,62 m Capacidad: 240 L
Fermentador	Es un equipo de acero inoxidable 304, este fermentador cuenta con un serpentín en su interior en el que pasara agua como liquido de enfriamiento, además de poseer un agitador de cuatro paletas, que homogenizara los aditivos al final del proceso. En este equipo se lleva a cabo 3 etapas, uno de enfriamiento previo y las fermentaciones láctica y alcohólica.	Altura: 0,65m Diámetro: 0,65 m Capacidad: 210 L Sistema de agitación: palas planas inclinadas Numero de paletas: 4 Potencia: 0,25 Hp Diámetro del serpentín: 0,5 m Longitud del serpentín: 15,7 m Numero de espiras: 10
Envasadora	Equipo de acero inoxidable 304, sistema automático con una boquilla que dosifica el kéfir para el envase.	Numero de boquillas: 1 Requerimientos eléctricos: 220V

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

### 3.4.3.3. Equipos requeridos para el control de calidad del proceso

**Tabla 36-3:** Materiales necesarios para el control del proceso a nivel de laboratorio y de planta

<b>EQUIPO</b>	<b>CARÁCTERÍSTICA</b>
Refractómetro	Equipo de medición de grados Brix
pH-metro	Equipo de medición de pH
Balanza analítica	Usada para la medición exacta de las cantidades de aditivos
Vaso de precipitación	Material de laboratorio utilizado para recoger las muestras
Probeta	Material utilizado para la medición de volumen
Lienzo	Tela para filtrar impurezas de la materia prima
Varilla de agitación	Utilizado para la homogenización de sustancias
Equipo de destilación simple	Equipo utilizado para calcular el porcentaje de grado alcohólico de las muestras
Erlenmeyer	Material usado para recoger muestras
Termómetro	Instrumento usado para medir la temperatura de las muestras

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

### 3.5. Análisis costo-beneficio del proyecto

#### 3.5.1. Costo de los equipos

**Tabla 37-3:** Costos de los equipos y materiales para la elaboración del kéfir

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo (\$)</b>
Tanque de recepción	1	500
Fermentador	1	3000
Envasadora	1	5000
<b>Control de calidad del Proceso</b>		
Refractómetro	1	450
Balanza Analítica	1	300
Lienzo	2	6
Termómetro	1	60
Balanza Plataforma	1	70
pH-metro	1	500
<b>Otros insumos</b>		
Cultivo	72 kg	1800
<b>TOTAL</b>		<b>11686</b>

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

#### 3.5.2. Costo de materia prima

**Tabla 38-3:** Costos de la materia prima, aditivos e insumos para producir 180 litros de kéfir

<b>Materia Prima</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Leche cruda	200	L	0,45	90
<b>Aditivos</b>				
Edulcorante (Azúcar)	18,5	Kg	1,00	18,5
Sorbato de potasio	0,0108	Kg	20	0,216
<b>Materiales</b>				
Envase de Vidrio	600	unidad	0,37	222
Etiquetas	600	unidad	0,05	30
<b>TOTAL</b>				<b>360,72</b>

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

**Tabla 39-3:** Costo de la materia prima, aditivos e insumos para producir 300 ml de kéfir

<b>Materia Prima</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo total (\$)</b>
Leche cruda	300	ml	0,45	0,135
<b>Aditivos</b>				
Edulcorante (Azúcar)	0,027756	Kg	1	0,028
Sorbato de potasio	0,000018	Kg	20	0,00036
<b>Materiales</b>				
Envase de Vidrio	1	unidad	0,37	0,37
Etiquetas	1	unidad	0,05	0,05
TOTAL				0,58

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

**3.5.3. Costo de mano de obra****Tabla 40-3:** Costo de mano de obra

<b>Personal</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Salario (\$)</b>
Técnico	1	600
Operario	2	800
TOTAL		1400

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

**3.5.4. Costo de análisis de laboratorio****Tabla 41-3:** Costo de análisis de laboratorio

<b>Parámetros</b>	<b>Costos (\$)</b>
Análisis fisico-químicos y microbiológicos de la leche cruda	106
Análisis fisico-químicos y microbiológicos del Kéfir	113,68
TOTAL	219,68

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

**3.5.5. Costo de consumo de energía****Tabla 42-3:** Costo de consumo de energía

<b>PROCESO</b>	<b>KW</b>	<b>Tiempo de duración del proceso (h)</b>	<b>KWh</b>	<b>Costo KWh (\$)</b>	<b>Costo (\$/lote)</b>
Pasteurizador	23,3	1,0	23.3	0,09	2.097
Fermentación	0,2	0.75	0,15	0,09	0,0135
Estandarización	0,2	0,25	0,05	0,09	0,01
TOTAL					2.12

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

### 3.5.6. Presupuesto de producción

**Tabla 43-3:** Relación costo beneficio para producción de kéfir

Cantidad de kéfir a producir (L)	Volumen de kéfir por unidad (L)	Cantidad de producción	Costo por unidad	Total de ingresos (\$)
180	0,3	600	1,05	630
<b>INGRESOS \$</b>				
<b>LOTE</b>	<b>MENSUAL</b>		<b>ANUAL</b>	
630	6300		75600	
<b>EGRESOS \$</b>				
360,72	3607,20		43286,40	
<b>GANANCIAS \$</b>				
296,28	2692,80		32313,60	

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

La producción de Kéfir se generará cada 3 días por dos razones, la primera, es porque el tiempo de elaboración es de 70 horas y la segunda porque es un producto poco conocido en el mercado, por lo que, su producción no es conveniente hacerla a diario, el kéfir se lo fabrica a partir de 200 litros de leche cruda que genera 180 litros de kéfir, el mismo que será un lote, cada lote está constituido por 600 unidades con un contenido de 300 ml, a un costo de \$ 1,05 por unidad, al ser optimistas que el producto se venda en su totalidad, se tendrá un ingreso de \$ 630 y una cantidad de \$ 360,72 de egresos por lote, por lo que se evidencia una ganancia de \$ 296,28 por cada lote fabricado; por último se proyectó una ganancia anual de \$ 32313,60.

### 3.5.7. Valor actual neto y Tasa interna de retorno

VAN > 0 : El proyecto o la empresa genera beneficios.

VAN = 0 : No existe ganancias ni pérdidas en el proyecto.

VAN < 0 : Existe pérdidas en la empresa por lo que el proyecto debe ser rechazado.

**Tabla 44-3:** Tasa de descuento

Periodos (años) j	Ingreso (\$)	egreso (\$)	Flujo de caja (\$) Fj	Fj/(1+i)^j
1	75600	43286,4	32313,6	2937,6
2	75600	43286,4	32313,6	2670,55
3	75600	43286,4	32313,6	2427,77
4	75600	43286,4	32313,6	2207,06
5	75600	43286,4	32313,6	2006,42
TASA DE DESCUENTO	i=10%	$VAN = -INV \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1+i)^j}$		569,40

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

TIR > i : El proyecto de inversión es aceptado.

TIR = i : La inversión podrá llevarse a cabo si se mejora la posición competitiva de la empresa

TIR < i : El proyecto debe ser rechazado

**Tabla 45-3:** Cálculo de la tasa interna de retorno

Tasa de descuento (%)	VAN
10	569,39
11	-2016,25
TIR	10,189%

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

Conjuntamente con lo antes mencionado se determinó el valor actual neto (VAN) de 569.40 que es la diferencia entre los ingresos y la inversión, asimismo la Tasa interna de retorno (TIR) que tiene un valor de 10.189% que es un indicativo para la factibilidad del proyecto, en este caso el estudio muestra una rentabilidad económica considerable, pero se debe recalcar que los cálculos están previstos para que se venda el producto en la totalidad que se genera.

### 3.6. Cronograma

**Tabla 46-3:** Cronograma

ACTIVIDAD	TIEMPO																							
	1º mes				2º mes				3º mes				4º mes				5º mes				6º mes			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Muestreo y Caracterización de la materia prima			■	■																				
Obtención del Kéfir a escala laboratorio					■	■	■	■	■	■	■													
Diseño de Ingeniería									■	■	■	■	■											
Validación del proceso de obtención de Kéfir													■	■										
Elaboración y Corrección de Borradores, Tipiado del trabajo final															■	■	■	■	■	■	■			
Empastado y presentación del trabajo final																					■	■		
Auditoría académica																						■	■	
Defensa del trabajo																								■

Realizado por: Daniela Trujillo, 2019

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para el diseño del proceso de elaboración de kéfir en la microempresa de lácteos CAMILITA, se inició con el análisis de la materia prima en base a la norma NTE INEN-ISO 707 para la toma de muestras de leche, a continuación se ejecutó la caracterización de la leche con la que cuenta la microempresa para la fabricación diaria de sus productos; éstos análisis se realizaron en el laboratorio CESTTA, en los cuales se determinó varias propiedades de la leche cruda como son: la densidad que es de 1.030 g/ml; la cantidad de materia grasa que posee esta leche es de 4.5%; 0.15% de acidez titularle como ácido láctico; 12.73% sólidos totales; 8.23% de sólidos no grasos; 0.75% de ceniza y 3.76% en proteína, además los análisis microbiológicos dieron como resultado un  $1.5 \cdot 10^4$  UFC/m<sup>3</sup> de aerobios mesófilos. Todos los parámetros se encuentran en el rango de aceptación de la norma NTE INEN 09:2012, LECHE CRUDA REQUISITOS

Experimentalmente se demostró que la cantidad más apropiada para una fermentación láctica del kéfir es de 100 gramos de gránulos de kéfir en 250 ml de leche pasteurizada, y se lleva a cabo durante 22 horas y a 24°C, obteniendo así un pH final de 4.08 tomando en cuenta que el pH recomendado para el Kéfir se encuentra entre 4.0 a 4.6 que se ha descrito anteriormente, tanto la densidad como la viscosidad obtenida experimentalmente fue de 1.087 g/ml y 0.282 cp. respectivamente, además de obtener un grado alcohólico del 0.55% catalogándolo como un kéfir suave. La fermentación depende de varios factores, como la calidad de la leche, temperatura de la leche y temperatura del medio, para un kéfir más líquido se añade más leche y para uno más espeso se agrega más cantidad de nódulos, la leche utilizada en este proyecto es de vaca, pero el kéfir también puede ser elaborado con leche de oveja y cabra.

Se llevó a cabo un análisis de crecimiento para los gránulos de kéfir ya que estos organismos pueden desarrollarse a través de la lactosa que es consumida por ellos. Se consideró dos ambientes de cultivo, el uno a 21°C y el otro a 24°C y empezando con 35 gramos de gránulos de kéfir, como resultado se obtuvo más del doble de masa inicial al cabo de un mes en ambos casos, con la diferencia que a 21°C hubo un promedio de crecimiento por cada medición de 5.3 gramos llegando a desarrollarse a 88 gramos de gránulos de kéfir, a 24°C se obtuvo un promedio de 6.6 gramos por medición llegando a 101 gramos; las condiciones de cultivo para los gránulos pueden ser entre estas temperaturas pero se

obtiene mejores resultados a una temperatura alta, sin embargo, se debe tomar en cuenta que no es recomendable someterlos a temperaturas más elevadas de 25°C, ya que son organismos mesófilos.

El kéfir que se incorporará al mercado es natural, únicamente al inicio del proceso de fabricación se le agregó azúcar a la leche antes de la pasteurización, debido a que la leche debe cumplir con los parámetros de entre 14-18 °Brix para pasar al siguiente proceso, no es necesario agregar ningún espesante ya que la materia prima cumple con los valores de sólidos totales, al final del proceso de fermentación alcohólica se añadió sorbato de potasio un tipo de conservante que es usado para los productos fermentados.

Este producto se caracteriza por inocular con gránulos de kéfir, sin embargo, este microorganismo tiene varios aspectos a considerar; uno de ellos es evitar el contacto con los iones metálicos ya que estos interactúan con los gránulos que son naturalmente ácidos y si estos iones, de los materiales de metal se acumulan de manera regular, pueden generar niveles de toxicidad y contaminar la leche en la que se inocula. Los metales que se deben evitar son: Latón, hierro, cobre, zinc y aluminio que son los más comunes entre los metales reactivos. Por otro lado, el acero inoxidable tipo 304, que es un metal popular utilizado para la industria de alimentos, específicamente por su alta resistencia a la acides, es un metal inerte y por lo tanto es apto para la preparación de kéfir.

Para verificar si el producto final tiene aceptación en el mercado se hizo un análisis estadístico en base a encuestas, las mismas que se realizaron en la ciudad de Riobamba, a los estudiantes de las carreras de Gastronomía y Agroindustria en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. La población que se encuestó fue de 297 personas, quienes demostraron estar dispuestas a consumir kéfir; además se pudo distinguir las propiedades organolépticas que este posee.

En el caso de la textura el 54% de encuestados, lo describen como una sustancia que no es espesa pero tampoco ligera, el olor del producto les pareció a un 61% de encuestados como peculiar, ya que se trata de una fermentación láctica por lo que es parecido al yogurt y por último el sabor del Kéfir un 45% en el aspecto desagradable y un 43% como aceptable. Es importante resaltar que la empresa puede producir un Kéfir natural y no saborizado, este producto no puede someterse a un tratamiento térmico, pues no puede alcanzar una temperatura mayor de 25°C, sus consumidores podrán

saborizarlo de manera casera posteriormente, con la fruta que más les guste, mediante un proceso de licuado.

Para los cálculos de ingeniería se tomó en cuenta que la empresa tiene a disposición 200 litros de leche por lote, para ser procesado en kéfir, cada lote tiene una duración de 3 días. La empresa actualmente se dedica a la fabricación de quesos, por lo que ya cuenta con una caldera y dos pasteurizadores, por ello se vio la necesidad de realizar el diseño de un tanque de recepción de materia prima además de un fermentador con serpentín y mezclador. Al realizar el balance de masa se determinó que el rendimiento del proceso es de 87%, lo que quiere decir que las pérdidas de masa que se obtuvo en el proceso se debe a la evaporización en la pasteurización y en la filtración de los gránulos, pero en general casi toda la materia prima que ingresa al sistema se convierte en kéfir. La temperatura óptima que se utilizó para desarrollar los cálculos del proceso es 24 °C ya que se obtiene resultados en 22 horas, y así se optimiza tiempo y costos de producción.

El tanque de recepción que se ha diseñado es de acero inoxidable tipo 304, previamente al recopilamiento de la leche, ésta se filtra pasándola por una tela de lienzo para eliminar ciertas impurezas que son propias del ordeño, las dimensiones del tanque son: altura 0.62m; diámetro 0.70m; volumen 0.240 m<sup>3</sup> y área 1.75 m<sup>2</sup>.

Para el diseño del fermentador de serpentín, se usó acero inoxidable tipo 304, debido a su propiedad inerte y compatible con los gránulos de kéfir, además de su bajo costo; el proceso requiere de una etapa de enfriamiento antes de la fermentación, éste tanque cuenta con un serpentín donde pasa el agua a temperatura ambiente para enfriar la mezcla después de la pasteurización, las medidas del fermentador de serpentín son: volumen: 0.21 m<sup>3</sup>; diámetro: 0.65 m; altura: 0.65 m; área: 2.21 m<sup>2</sup>; altura del serpentín: 0.45 m; número de espiras: 10 m; longitud del serpentín: 15.70 m y área del serpentín: 0.63 m<sup>3</sup>. También cuenta con un agitador de paletas que homogenizará la mezcla cada 8 horas en la etapa de fermentación alcohólica cuyas dimensiones son: diámetro: 0.22m; altura: 0.04m; ancho: 0.05m. La temperatura del sistema debe mantenerse en 24°C durante 22 horas por lo que se vio la necesidad de adicionar un aislante térmico de espuma de poliuretano para evitar las pérdidas de calor.

La validación del proceso se realizó a través de los análisis físico-químicos y microbiológicos en el laboratorio CESTTA, la caracterización del producto final se basó en la norma NTE INEN 2395: 2011. LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS, en los que se demostró que el kéfir contiene 2.51% de grasa, 3.39% de proteína, 10.3% sólidos totales y de análisis microbiológicos con un conteo de E. coli <1 UFC/g, Coliformes totales 10 UFC/g y Mohos y Levaduras  $34 \times 10^2$ , se puede ver una variabilidad en el conteo de mohos y levaduras pero hay que tomar en cuenta que el kéfir es un microorganismo que contiene tanto bacterias lácticas como levaduras y que en base a la norma antes mencionada debe tener un mínimo de  $10^4$  UFC/g de levaduras en su composición.

Se realizó un recuento de mohos y levaduras por separado del kéfir sin ningún tipo de conservante, con el fin de conocer la estabilidad del producto, dando como resultado 100 UFC/g de mohos y  $10^2$  UFC/g de levaduras para un kéfir fresco y 300 UFC/g de mohos y  $10^4$  UFC/g de levaduras para un kéfir al cabo de 15 días refrigerado a 4°C; el mismo que se puede considerar que su consumo es apto al cabo de este tiempo, sin embargo la empresa deberá agregar un conservante para alargar su tiempo de venta en percha. Podemos evidenciar un bajo número de levaduras, por lo que se puede identificar a los gránulos utilizados como débiles en este aspecto.

La producción de Kéfir se generará cada 3 días por dos razones, la primera, es porque el tiempo de elaboración es de 70 horas y la segunda porque es un producto poco conocido en el mercado, por lo que, su producción no es conveniente hacerla a diario, el kéfir se lo fabrica a partir de 200 litros de leche cruda que genera 180 litros de kéfir, el mismo que será un lote, cada lote está constituido por 600 unidades con un contenido de 300 ml, a un costo de \$ 1,05 por unidad, al ser optimistas que el producto se venda en su totalidad, se tendrá un ingreso de \$ 630 y una cantidad de \$ 360,72 de egresos por lote, por lo que se evidencia una ganancia de \$ 296,28 por cada lote fabricado; por último se proyectó una ganancia anual de \$ 32313,60.

## CONCLUSIONES

- La caracterización de la leche cruda proporcionada por la microempresa de lácteos CAMILITA se basó en la norma NTE INEN 09:2012. LECHE CRUDA. REQUISITOS los cuales se obtuvo como resultado la densidad que es de 1.030 g/ml; la cantidad de materia grasa que posee esta leche es de 4.5%; 0.15% de acidez titulable como ácido láctico; 12.73% sólidos totales; 8.23% de sólidos no grasos; 0.75% de ceniza y 3.76% en proteína, además los análisis microbiológicos dieron como resultado un  $1.5 \cdot 10^4$  UFC/m<sup>3</sup> de aerobios mesófilo; valores que están dentro del rango permisible, por lo tanto se considera apta para la fabricación de kéfir.
- Las variables del proceso que fueron identificadas para el diseño de éste proyecto son: temperatura la misma que tiene que llegar a ser 63°C en pasteurización, 24°C en fermentación y 4°C en almacenamiento ya que esto detendrá el proceso de fermentación del producto, pH de 6.5 a 6.8 en la leche cruda que es ligeramente ácido y en el Kéfir el pH debe oscilar entre 4.0 a 4.6, grados brix de la leche debe estar entre 14-18, el tiempo de fermentación láctica es de 22 horas y en fermentación alcohólica que será de 2 días. Todos éstos aspectos son controlados durante la fabricación del kéfir y las etapas en las que podemos encontrarlos son estandarización, pasteurización, inoculación, fermentación láctica y el enfriamiento.
- La validación del proceso se realizó a través de los análisis físico-químicos y microbiológicos en el laboratorio CESTTA, basado en la NTE INEN 2395: 2011. LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS, en los que se demostró que el kéfir contiene 2.51% de grasa, 3.39% de proteína, 10.3% sólidos totales y de análisis microbiológicos con un conteo de E. coli <1 UFC/g, Coliformes totales 10 UFC/g. Se consideró un análisis de mohos y levaduras por separado del kéfir sin ningún tipo de conservante, con el fin de conocer la estabilidad del producto, dando como resultado 100 UFC/g de mohos y  $10^2$  UFC/g de levaduras para un kéfir fresco y, 300 UFC/g de mohos y  $10^4$  UFC/g de levaduras para un kéfir al cabo de 15 días refrigerado a 4°C; el mismo que se puede considerar que su consumo es apto al cabo de este tiempo, sin embargo la empresa deberá agregar un conservante para alargar su tiempo de vida en percha.
- Se realizó el diseño ingenieril para el proceso de elaboración de kéfir, el mismo que no tiene ningún tipo de saborizantes ni colorantes, es decir, un kéfir natural. Al realizar el balance de masa

se obtuvo un rendimiento de 87%, esto se debe a que demuestra pérdidas en el proceso, éstas se encuentran en la evaporación de la pasteurización y en el tamizado de los gránulos al finalizar la fermentación láctica; por lo tanto, las pérdidas que se han generado son menores y el diseño se puede emplear.

- El tanque de recepción se diseñó en acero inoxidable tipo 304, cuyas dimensiones del tanque son las siguientes: altura 0.62m; diámetro 0.70m; volumen 0.240 m<sup>3</sup> y área 1.75 m<sup>2</sup>. Se diseñó también un fermentador de serpentín de acero inoxidable tipo 304, y las medidas de este tanque fermentador son: volumen: 0.21 m<sup>3</sup>; diámetro: 0.65 m; altura: 0.65 m; área: 2.21 m<sup>2</sup>; altura del serpentín: 0.45 m; número de espiras: 10 m; longitud: 15.70 m y área del serpentín: 0.63 m<sup>3</sup>. También cuenta con un agitador de 4 paletas que homogenizará la mezcla cada 8 horas en la etapa de fermentación alcohólica cuyas dimensiones son: diámetro: 0.22m; altura: 0.04m; ancho: 0.05m y una potencia de 0.25 Hp.

## RECOMENDACIONES

- El kéfir se lo puede consumir de manera natural como la empresa lo produce o se puede saborizar con fruta natural sin someter a tratamiento térmico, lo más común será licuarlo.
- Se debe evitar lavar los gránulos de Kéfir con agua del grifo ya que ésta puede contener altas cantidades de cloro que pueden ser dañinas para el microorganismo. Se deberán lavar una vez a la semana y con agua embotellada.
- Utilizar leche fresca entera y pasteurizada en lugar de la UHT, y la leche puede ser de vaca, cabra u oveja.
- El gránulo de kéfir presenta una coloración amarillenta cuando están muriendo, se debe separarlos de los blanquecinos para evitar una pérdida masiva.
- Para conservar los gránulos se aconseja congelarlos o deshidratarlos; en el primer caso se escurren los gránulos y se los guarda en una bolsa de plástico en el congelador, para su reactivación es necesario ponerlos en leche durante 2 o 3 días y desechar el primer kéfir que resulte de éste, para el segundo caso se ponen los gránulos sobre un papel de cocina en un sitio aireado durante 3 o 5 días, removiéndolos cada cierto tiempo hasta que su aspecto sea cristalizado, y se los guarda en un lugar fresco, para reactivarlos se los introduce en leche durante dos semanas, cambiando la leche cada dos días y desechando el kéfir resultante.
- No usar metales como latón, hierro, cobre, zinc y aluminio durante el proceso de elaboración.
- Se debe considerar las Buenas Prácticas de Manufactura como prioridad en la empresa y así garantizar la inocuidad y calidad del producto.
- La sobreproducción de los gránulos de kéfir puede aprovecharse para el desarrollo de nuevas investigaciones y obtener nuevos productos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **BLACK, Maggie.** “*Producción casera de mantequilla*”, *quesos y yogurt*. España, Barcelona. Ediciones Aura Córcega, 1980.
2. **BOURGEOIS, C.M.; & Larpent J.P.,** “*Microbiología Alimentaria, Fermentaciones Alimentaria*”. España, Zaragoza. Editorial Acribia, Volumen II. (1995)
3. **CHARLES, Alais.** “*Ciencia de la leche, principios de técnica lechera*”. Décima segunda impresión México. Compañía editorial continental S.A. de C.V., (1998).
4. **CHAVEZ M.S. et al.,** “*Bovine milk composition parameters affecting the ethanol stability*”, 2004. *J Dairy Res* 71: 201-206.
5. **CILD-FIAL.** “*La leche*”. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. SlideShare 2013. Disponible en: <https://es.slideshare.net/CILD-FIAL/la-leche-17043982>
6. **ECUADOR CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA.** “*La leche del Ecuador-Historia de la lechería ecuatoriana*”, 2015. Quito-Ecuador. Disponible en: <http://masleche.ec/la-sierra-ecuatoriana-cuna-de-la-leche/>
7. **FOSTER, Edwin.** “*Microbiología de la leche*”. México, DF. Editorial Herrero S.A., Amazonas No 44, México 5, DF, primera edición en español (2000).
8. **HURTADO, Albert.** “*El kéfir de agua. Todo lo que necesitas saber*”. PROKEY Drinks. Tarragona, España. Junio, 2018. Disponible en: <https://prokeydrinks.com/kefir-de-agua-propiedades-preparacion/>
9. **INEC.** “*Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2016*”. Disponible en: <http://masleche.ec/la-sierra-ecuatoriana-cuna-de-la-leche/>
10. **MIRRE, Juan Carlos.** “*Kéfir: El rey de los probióticos.*” Madrid, España. *DiscoverySalud*, Revista de salud y medicina. Ediciones MK3 S.L. Disponible en: <https://www.dsalud.com/reportaje/kefir-el-rey-de-los-probioticos/>
11. **MCCABE, W.; Smith, J., & Harriot, P.** “*Operaciones Unitarias en Ingeniería Química*”, México D.F.: McGraw-Hill, 2007, pp. 45-68.
12. **NTE INEN 9.** *Leche Cruda requisitos.*
13. **NTE INEN 11.** *Leche Determinación de densidad relativa.*
14. **NTE INEN 2395.** *Leches Fermentadas Requisitos.*
15. **NTE INEN-ISO 707.** *Leche y Productos Lácteos Directrices para la Toma de Muestras.*
16. **NTP:202.014.1998.** *Norma Técnica Peruana. Determinación de la densidad, prueba de reductasa y materia grasa de la leche.*

17. **PALTRINIEERI, Gaetano.** “*Taller de Leche*”. Industrias Rurales, Manuales para educación agropecuaria. México, DF. Editorial Trillas, tercera edición, 2009.
18. **PRETELL, Adelaida & Urraca, Elena.** “*Características fisicoquímicas y aceptabilidad general de un kéfir de leche de vaca y de cabra*”. Trujillo, Perú. Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO). Enero 2012.
19. **RAMIREZ, Daniel.** “*Elaboración de Yogurt*”. Lima, Perú. Empresa editora Marco E.I.R.L., Primera edición, ISBN No 978-612-4034-57-2, Hecho en el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional de Perú, mayo 2010.
20. **SANTIBAÑEZ, María.** “*Tecnología Azucarera*”, Ciudad de la Habana-Cuba, 1983. Centro Nacional Azucarera MINAZ.
21. **SIAGRO.** “*Sistema de información agropecuaria*”, 2006. La Hora. Disponible en: <https://lahora.com.ec/noticia/430937/tungurahua-quinto-en-produccion-lechera->
22. **SKOOG, A. & West, M.** “*Aplicaciones de las titulaciones de oxidación*”. Química analítica. México 1995. Segunda Edición.
23. **VELTEN, Hannah.** “*Milk, a Global History*”. London. Reaktion Books, Limited. Edible Ser., ISBN No 9781861896568. Mayo 2010.
24. **ZAHEER, Ahmed & Yanping, Wang.** “*Kefir and Health: A Perception*”. School of Food Engineering and Biotechnology. Tianjin University of Science & Technology. Tianjin 300457 China. Faculty of Sciences. Department of Home and Health Sciences. ISBN: 978-1-60741-459-9. 2009 Nova Science Publishers, Inc.

## ANEXOS

### ANEXO A. Número de estudiantes Matriculados en la escuela de Agroindustria

 <p style="text-align: center;"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO</b>                  FACULTAD: CIENCIAS PECUARIAS                  CARRERA: AGROINDUSTRIA</p> <p style="text-align: center;"><b>Número de Estudiantes Matriculados por Nivel</b>                  Período Académico: 17 SEPTIEMBRE 2018 - 22 FEBRERO 2019</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Nivel</th> <th style="text-align: right;">Matriculados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PRIMERO</td> <td style="text-align: right;">114</td> </tr> <tr> <td>SEGUNDO</td> <td style="text-align: right;">93</td> </tr> <tr> <td>TERCERO</td> <td style="text-align: right;">47</td> </tr> <tr> <td><b>Total de Matriculados:</b></td> <td style="text-align: right;"><b>254</b></td> </tr> </tbody> </table>		Nivel	Matriculados	PRIMERO	114	SEGUNDO	93	TERCERO	47	<b>Total de Matriculados:</b>	<b>254</b>
Nivel	Matriculados										
PRIMERO	114										
SEGUNDO	93										
TERCERO	47										
<b>Total de Matriculados:</b>	<b>254</b>										
											
Fuente: Sistema académico - ESPOCH      Página 1 de 1      Impreso el 10/12/2018											

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR                  POLITÉCNICA DE                  CHIMBORAZO                  FACULTAD DE CIENCIAS                  ESCUELA DE INGENIERÍA                  QUÍMICA</b>	<b>NÚMERO DE                  ESTUDIANTES                  MATRICULADOS EN                  AGROINDUSTRIA</b>		
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>REALIZADO POR:                  TRUJILLO DANIELA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	2019	1

**ANEXO B. Número de Estudiantes Matriculados en la escuela de Gastronomía**



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD: SALUD PÚBLICA**  
**CARRERA: GASTRONOMIA**

**Número de Estudiantes Matriculados por Nivel**  
 Período Académico: 17 SEPTIEMBRE 2018 - 22 FEBRERO 2019

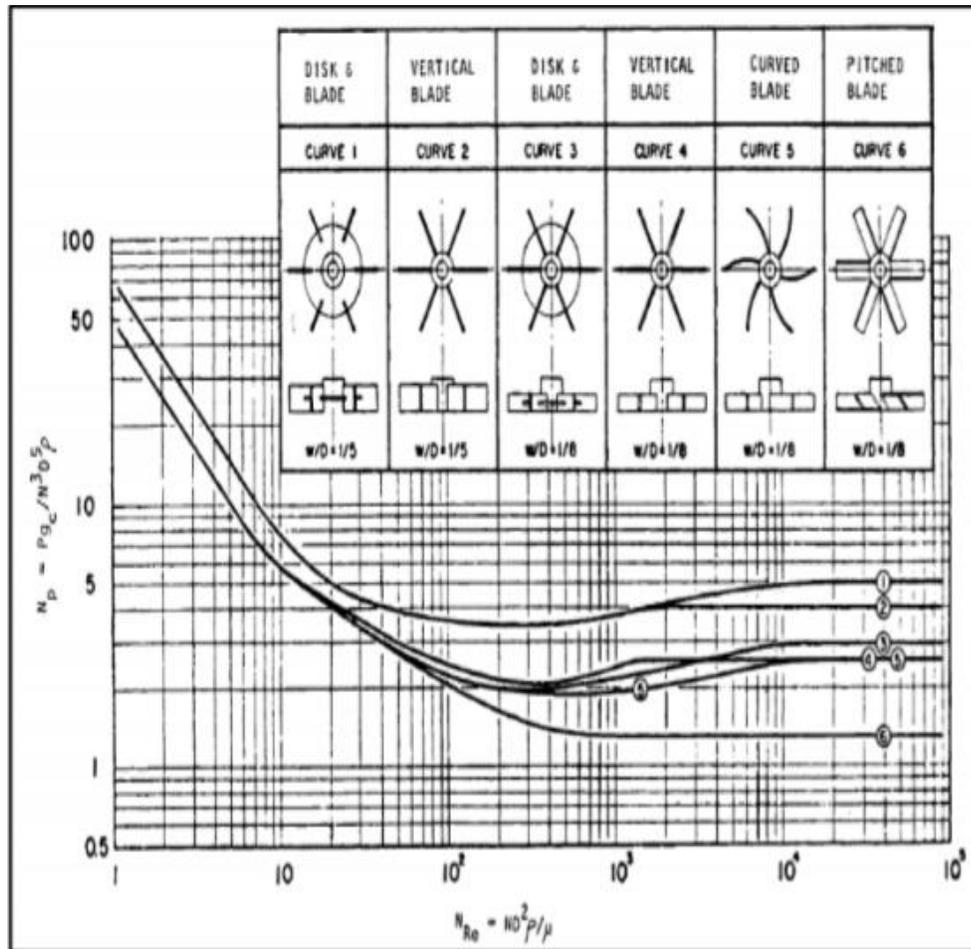
Nivel	Matriculados
TERCER NIVEL	1
CUARTO NIVEL	25
QUINTO NIVEL	38
SEXTO NIVEL	36
SEPTIMO NIVEL	33
OCTAVO NIVEL	25
<b>Total de Matriculados:</b>	<b>158</b>

DTIC

Fuente: Sistema académico - ESPOCH      Página 1 de 1      Impreso el 10/12/2018

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  REALIZADO POR: TRUJILLO DANIELA	NÚMERO DE ESTUDIANTES MATRICULADOS EN GASTRONOMÍA		
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	2019	2

ANEXO C. Diagrama de relación del Número de Reynolds con el Número de potencia



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  REALIZADO POR: TRUJILLO DANIELA	DIAGRAMA DE RELACIÓN DEL NÚMERO DE REYNOLDS CON EL NÚMERO DE POTENCIA				
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		<table border="1"> <thead> <tr> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> <th>LÁMINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1:1</td> <td>2019</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	ESCALA	FECHA	LÁMINA	1:1
ESCALA	FECHA	LÁMINA					
1:1	2019	3					

**ANEXO D.** Formato de encuesta

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA**

Cuestionario para la introducción de un nuevo producto al mercado

1. ¿Con que frecuencia consume leche o yogurt?
  - Siempre
  - frecuentemente
  - Regularmente
  - Nunca
2. ¿Ud. ah escuchado sobre el Kéfir?
  - Si
  - No
3. ¿Alguna vez ha consumido Kéfir?
  - Si                   Dónde: \_\_\_\_\_
  - No
4. ¿Conoce los beneficios que este puede aportar nutricionalmente?
  - Si
  - No
5. ¿Ud. es intolerante a la lactosa?
  - Si
  - No

NOTA: El kéfir es un producto lácteo que se caracteriza por ser menos espeso que un yogurt y más viscoso que una leche saborizada, elaborado a base de gránulos de Kéfir los cuales le dan un sabor ácido y además es libre de lactosa.

6. ¿Le gustaría adquirir este producto?
  - Si
  - No

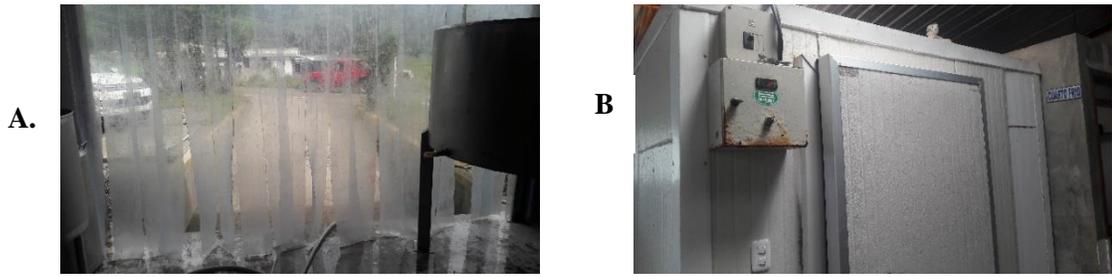
Elaborado por: Erika Trujillo

NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	FORMATO DE ENCUESTA		
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		<b>REALIZADO POR:</b> TRUJILLO DANIELA	<b>ESCALA</b> 1:1	<b>FECHA</b> 2019

**ANEXO E.** Formato de la prueba para el análisis sensorial

<b>ANALISIS SENSORIAL</b>									
Producto: Kéfir Natural									
Deguste el producto ante usted y marque con una X la opción que lo describe									
Propiedad organoléptica	Kéfir								
<b>TEXTURA</b>									
Espeso									
Mediano									
Ligero									
<b>OLOR</b>									
Intenso									
Peculiar									
Sutil									
<b>SABOR</b>									
Agradable									
Aceptable									
Desagradable									
<b>Comentario:</b>									
Muchas gracias por su colaboración									
<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>	<b>FORMATO DE LA PRUEBA PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL</b>						
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>REALIZADO POR: TRUJILLO DANIELA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 33%;">ESCALA</th> <th style="width: 33%;">FECHA</th> <th style="width: 33%;">LÁMINA</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1:1</td> <td style="text-align: center;">2019</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>	ESCALA	FECHA	LÁMINA	1:1	2019	4
ESCALA	FECHA	LÁMINA							
1:1	2019	4							

**ANEXO F. Microempresa de lácteos CAMILITA**



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>  <b>REALIZADO POR: TRUJILLO DANIELA</b>	<b>MICROEMPRESA DE LÁCTEOS CAMILITA</b>											
			ESCALA	FECHA	LÁMINA									
A. Puerta de ingreso de la materia prima B. Cuarto frío C. Interior de la planta D. Área para elaboración de kéfir E. Caldera	<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>CERTIFICADO</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>APROBADO</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR APROBAR</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>POR CALIFICAR</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR VERIFICAR</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	<input type="checkbox"/>	APROBADO	<input type="checkbox"/>	POR APROBAR	<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	1:1	2019	5
<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO													
<input type="checkbox"/>	APROBADO													
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR													
<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR													
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR													

**ANEXO G.** Proceso de elaboración de kéfir a nivel de laboratorio

**A.**



**B.**



**C.**



**D.**



**E.**



**F.**



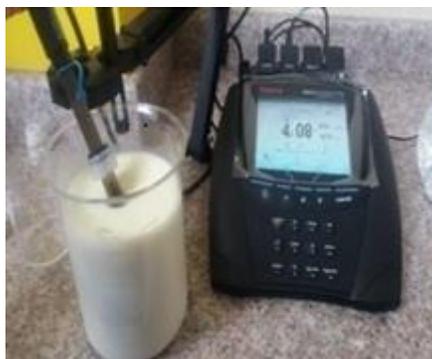
NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	<p style="text-align: center;"><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>REALIZADO POR: TRUJILLO DANIELA</b></p>	<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DE KÉFIR A NIVEL DE LABORATORIO</b>											
<p>A. Leche filtrada y pasteurización. B. Gránulos de Kéfir C. Pesaje del cultivo D. Fase de incubación E. Conservante F. Embotellado</p>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>CERTIFICADO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>APROBADO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>POR APROBAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>POR CALIFICAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td>POR VERIFICAR</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	<input type="checkbox"/>	APROBADO	<input type="checkbox"/>	POR APROBAR	<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	ESCALA	FECHA
<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO													
<input type="checkbox"/>	APROBADO													
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR													
<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR													
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR													
			1:1	2019	6									

**ANEXO H.** Determinación de las propiedades físico-químicas

**A.**



**B.**



**C.**



**D.**



**E.**



NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>  <b>REALIZADO POR: TRUJILLO DANIELA</b>	<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS</b>		
A. Acidez Titulable B. Medición de pH c. Densidad E. Reductasa F. Porcentaje Alcohólico	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCALA	FECHA	LÁMINA
			1:1	2019	7

**ANEXO I. Análisis físico-químicos de la leche cruda**

 <p><b>CESTTA</b> SGC</p>	<p><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p>DEPARTAMENTO : <b>SERVICIOS DE LABORATORIO</b></p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Teléfax: (03) 3013183</p>				
<p><b>INFORME DE ENSAYO No:</b> Alm-013-19 <b>ST:</b> 010 – 19 ANÁLISIS DE ALIMENTOS</p> <p><b>Nombre Peticionario:</b> N.A <b>Atn:</b> Daniela Trujillo <b>Dirección:</b> Riobamba Riobamba-Chimborazo</p> <p><b>FECHA:</b> 18 de Febrero del 2019 <b>NUMERO DE MUESTRAS:</b> 1 <b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b> 2019/01/28- 12:00 <b>FECHA DE MUESTREO:</b> 2019/01/28- 08:00 <b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 2019/01/28- 2019/02/18 <b>TIPO DE MUESTRA:</b> Leche cruda <b>CÓDIGO CESTTA:</b> LAB-Alm 013-19 <b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b> Leche cruda <b>PUNTO DE MUESTREO:</b> Píllaro Fábrica de lácteos Camilita <b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b> Químico-Físico-Microbiológico <b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b> Daniela Trujillo <b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b> T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C</p>					
<b>RESULTADOS ANALÍTICOS:</b>					
				<b>VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)</b>	
				Min.	Max.
Densidad relativa	PEE/CESTTA/108 INEN 11	---	1,030	1,028	1,032
Materia grasa	Gravimétrico	%	4,50	3,0	-
Acidez titulable, como ácido láctico	PEE/CESTTA/121 INEN 13	%	0,15	0,13	0,17
Sólidos Totales	PEE/CESTTA/155 AOAC 990.20	%	12,73	11,2	-
Sólidos No Grasos	Gravimetría	%	8,23	8,2	-
Ceniza	PEE/CESTTA/157 AOAC 945.46	%	0,75	0,65	-
Proteína	PEE/CESTTA/156 AOAC 991.20	%	3,76	2,9	-

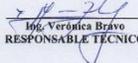
Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

Página 1 de 2  
Edición 0

MC01-16

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>	<b>ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA LECHE CRUDA</b>		
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO APROBADO POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR POR VERIFICAR	<b>REALIZADO POR: TRUJILLO DANIELA</b>	<b>ESCALA</b> 1:1	<b>FECHA</b> 2019	<b>LÁMINA</b> 8

**ANEXO J. Análisis microbiológico de la leche cruda**

	<p><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p>DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIORAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 3013183</p>				
Recuento de microorganismo aerobios Mesófilos	PEE/CESTTA/117 AOAC 990.12	UFC/cm3	15*10 <sup>6</sup>	-	1,5 x 10 <sup>6</sup>
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Muestra receptada en el laboratorio.</li> <li>La columna marcada (■) contemplan los límites máximos permisibles contemplados en la INEN 9:2012 Leche Cruda Requisitos. Tabla 1. Requisitos Fisicoquímicos de la Leche cruda. Tabla 3. Requisitos Microbiológicos de la leche cruda Solicitados a petición del cliente.</li> </ul>					
<p><b>RESPONSABLE DEL INFORME:</b></p> <p style="text-align: center;">                   Verónica Bravo                  RESPONSABLE TÉCNICO             </p> <p style="text-align: center;">  </p>					
<p style="font-size: small;">Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados</p> <p style="font-size: x-small;">MCO1-16 <span style="float: right;">Página 2 de 2 Edición 0</span></p>					

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b>	<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA LECHE CRUDA</b>		
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR	<b>REALIZADO POR:</b> TRUJILLO DANIELA	<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	2019	9

## ANEXO K. Análisis físico-químicos y microbiológico del Kéfir

	<b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b> DEPARTAMENTO : <b>SERVICIOS DE LABORATORIO</b> Panamericana Sur Km. 1 %, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183				
	<b>INFORME DE ENSAYO No:</b> ST:	Alm-014-19 010 - 19 ANÁLISIS DE ALIMENTOS			
<b>Nombre Peticionario:</b> Atn. Dirección:	N.A. N.A. Riobamba Riobamba-Chimborazo				
<b>FECHA:</b> NUMERO DE MUESTRAS: FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: FECHA DE MUESTREO: FECHA DE ANÁLISIS: TIPO DE MUESTRA: CÓDIGO CESTTA: CÓDIGO DE LA EMPRESA: PUNTO DE MUESTREO: ANÁLISIS SOLICITADO: PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:	18 de Febrero del 2019 1 2019/01/28 - 12:00 2019/01/26 - 11:00 2019/01/28 - 2019/02/18 Kéfir LAB-Alm 014-19 Kéfir Laboratorio de la Facultad de Ciencias Químico-Microbiológico Daniela Trujillo T máx.: 25.0 °C. T mín.: 15.0 °C				
<b>RESULTADOS ANALÍTICOS:</b>					
PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)	
				m	M
Grasa	AOAC 960.39B	%	2,51	2,5	-
Proteína	PEE/CESTTA/156 AOAC 991.20	%	3,39	2,7	-
Sólidos Totales	PEE/CESTTA/155 AOAC 990.20	%	10,30	-	-
Mohos y Levaduras	PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02	UFC/g	34*10 <sup>2</sup>	200	500
Escherichia coli	PEE/CESTTA/122 AOAC 991.14/AOAC 998.08	UFC/g	<1	<1	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
 Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
 MC01-16

Página 1 de 2  
 Edición 0



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y  
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :  
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Telefax: (03) 3013183

Coliformes totales	PEE/CESTTA/123 AOAC 991.14	UFC/g	10	10	100
--------------------	----------------------------	-------	----	----	-----

**OBSERVACIONES:**

- Muestra receptada en el laboratorio.
- La columna marcada (■) contemplan los límites máximos permisibles contemplados en la INEN 2395:2011 Leches Fermentadas. Requisitos. Tabla 1. Especificaciones de las leches fermentadas. Tabla 3. Requisitos microbiológicos en leches fermentadas sin tratamiento térmico posterior a la fermentación. Solicitados a petición del cliente.
- (m): Nivel de buena calidad
- (M): Nivel aceptable de calidad.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

Ing. Verónica Braya  
RESPONSABLE TÉCNICO

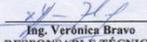


Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.  
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados  
MC01-16

Página 2 de 2  
Edición 0

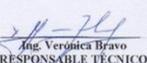
NOTAS	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICO DEL KÉFIR		
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		ESCALA	FECHA	LÁMINA
		REALIZADO POR: TRUJILLO DANIELA	1:1	2019	10

ANEXO L. Recuento de mohos y levaduras del Kéfir fresco

 <p><b>CESTTA</b> SGC</p>	<p><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p>DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>															
<p><b>INFORME DE ENSAYO No:</b> Alm-024-19 <b>ST:</b> 016 – 19 ANÁLISIS DE ALIMENTOS</p> <p><b>Nombre Peticionario:</b> N.A <b>Ata.</b> Daniela Trujillo <b>Dirección:</b> Riobamba Riobamba-Chimborazo</p> <p><b>FECHA:</b> 29 de Marzo del 2019 <b>NUMERO DE MUESTRAS:</b> 1 <b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b> 2019/03/08– 16:40 <b>FECHA DE MUESTREO:</b> 2019/03/08– 10:00 <b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 2019/03/08– 2019/03/29 <b>TIPO DE MUESTRA:</b> Kéfir <b>CÓDIGO CESTTA:</b> LAB-Alm 024-19 <b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b> Kéfir <b>PUNTO DE MUESTREO:</b> Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Microbiológico <b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b> Daniela Trujillo <b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b> Daniela Trujillo <b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b> T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C</p>	<p><b>RESULTADOS ANALÍTICOS:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PARÁMETROS</th> <th>MÉTODO/NORMA</th> <th>UNIDAD</th> <th>RESULTADO</th> <th>VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mohos</td> <td>PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02</td> <td>UFC/g</td> <td>100</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Levaduras</td> <td>PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02</td> <td>UFC/g</td> <td>1000</td> <td>10<sup>4</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Muestra receptada en el laboratorio.</li> <li>La columna marcada (■) contemplan los límites máximos permisibles contemplados en la INEN 2395:2011 Leches Fermentadas. Requisitos. Tabla 2. Cantidad de Microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación. Solicitados a petición del cliente.</li> <li>Mantener a 4°C</li> </ul> <p><b>RESPONSABLE DEL INFORME:</b></p> <p style="text-align: center;">   <b>Ing. Verónica Bravo</b>  <b>RESPONSABLE TÉCNICO</b> </p> <div style="text-align: right;">  </div> <p style="font-size: small;">Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Página 1 de 1 Edición 0</p> <p style="font-size: x-small;">MC01-16</p>	PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)	Mohos	PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02	UFC/g	100	-	Levaduras	PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02	UFC/g	1000	10 <sup>4</sup>
PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)												
Mohos	PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02	UFC/g	100	-												
Levaduras	PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02	UFC/g	1000	10 <sup>4</sup>												

NOTAS	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p><b>REALIZADO POR:</b> <b>TRUJILLO DANIELA</b></p>	<b>RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS DEL KÉFIR FRESCO</b>		
	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input checked="" type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> POR VERIFICAR		<b>ESCALA</b>	<b>FECHA</b>	<b>LÁMINA</b>
			1:1	2019	11

**ANEXO M. Recuento de mohos y levaduras del Kéfir después de 15 días de su elaboración**

 <p><b>CESTTA</b> SGC</p>	<p><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p>DEPARTAMENTO : <b>SERVICIOS DE LABORATORIO</b></p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½ ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Teléfono: (03)3013183</p>															
<p><b>INFORME DE ENSAYO No:</b> Alm-024a-19 <b>ST:</b> 016 - 19 ANÁLISIS DE ALIMENTOS</p> <p><b>Nombre Peticionario:</b> N.A. <b>Atn:</b> Daniela Trujillo <b>Dirección:</b> Riobamba Riobamba-Chimborazo</p> <p><b>FECHA:</b> 12 de Abril del 2019</p> <p><b>NUMERO DE MUESTRAS:</b> 1</p> <p><b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b> 2019/03/08 - 16:40</p> <p><b>FECHA DE MUESTREO:</b> 2019/03/08 - 10:00</p> <p><b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 2019/03/08 - 2019/04/12</p> <p><b>TIPO DE MUESTRA:</b> Kéfir</p> <p><b>CÓDIGO CESTTA:</b> LAB-Alm 024a-19</p> <p><b>CÓDIGO DE LA EMPRESA:</b> Kéfir</p> <p><b>PUNTO DE MUESTREO:</b> Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Ciencias Microbiológico Daniela Trujillo</p> <p><b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b> Daniela Trujillo</p> <p><b>PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:</b> T máx.: 25.0 °C T mín.: 15.0 °C</p> <p><b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:</b></p>	<p><b>RESULTADOS ANALÍTICOS:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>PARÁMETROS</th> <th>MÉTODO/NORMA</th> <th>UNIDAD</th> <th>RESULTADO</th> <th>VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mohos</td> <td>PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02</td> <td>UFC/g</td> <td>300</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Levaduras</td> <td>PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02</td> <td>UFC/g</td> <td>10<sup>4</sup></td> <td>10<sup>4</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Muestra receptada en el laboratorio.</li> <li>La columna marcada (■) contemplan los límites máximos permisibles contemplados en la INEN 2395:2011 Leches Fermentadas. Requisitos. Tabla 2. Cantidad de Microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación. Solicitados a petición del cliente.</li> <li>Mantener a 4°C</li> <li>Bajo pedido del cliente el análisis se realizó a los 15 días después de su ingreso.</li> </ul> <p><b>RESPONSABLE DEL INFORME:</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">  <p style="font-size: small; margin: 0;">CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> </div> </div> <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Ang. Verónica Bravo RESPONSABLE TÉCNICO</p>	PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)	Mohos	PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02	UFC/g	300	-	Levaduras	PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02	UFC/g	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>
PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)												
Mohos	PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02	UFC/g	300	-												
Levaduras	PEE/CESTTA/120 AOAC 997.02	UFC/g	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>												
<p>Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados</p> <p>MC01-16</p>		<p>Página 1 de 1 Edición 0</p>														

<b>NOTAS</b>	<b>CATEGORIA DEL DIAGRAMA</b>	<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA</b></p> <p><b>REALIZADO POR:</b> <b>TRUJILLO DANIELA</b></p>	<p><b>RECUENTO DE MOHOS Y LEVADURAS DEL KÉFIR 15 DÍAS DESPUÉS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ESCALA</th> <th>FECHA</th> <th>LÁMINA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1:1</td> <td style="text-align: center;">2019</td> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> </tbody> </table>	ESCALA	FECHA	LÁMINA	1:1	2019	12				
ESCALA	FECHA	LÁMINA											
1:1	2019	12											
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px;"><input type="checkbox"/></td> <td>CERTIFICADO</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px;"><input type="checkbox"/></td> <td>APROBADO</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px;"><input type="checkbox"/></td> <td>POR APROBAR</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>POR CALIFICAR</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 15px;"><input type="checkbox"/></td> <td>POR VERIFICAR</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO	<input type="checkbox"/>	APROBADO	<input type="checkbox"/>	POR APROBAR	<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR		
<input type="checkbox"/>	CERTIFICADO												
<input type="checkbox"/>	APROBADO												
<input type="checkbox"/>	POR APROBAR												
<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR												
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR												