



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA SIMBIÓTICA DE  
LACTOSUERO CON DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE  
BANANO (*Musa paradisiaca*) Y ENRIQUECIDA CON TRES TIPOS  
DE FIBRAS SOLUBLES”**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR:** RUDY ARIEL ZAMBRANO CEDEÑO.

**DIRECTOR:** Ing. BYRON LEONCIO DÍAZ MONROY, PhD.

Riobamba – Ecuador

2023

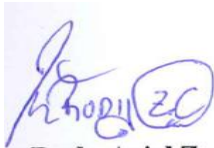
© 2023, Rudy Ariel Zambrano Cedeño

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

Yo, Rudy Ariel Zambrano Cedeño, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 18 de diciembre de 2023






**Rudy Ariel Zambrano Cedeño**

**2300405905**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA SIMBIÓTICA DE LACTOSUERO CON DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE BANANO (*Musa paradisiaca*) Y ENRIQUECIDA CON TRES TIPOS DE FIBRAS SOLUBLES**”, realizado por el señor: **RUDY ARIEL ZAMBRANO CEDEÑO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. María Fernanda Miranda Salazar, MsC <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-12-18
Ing. Byron Leoncio Díaz Monroy, PhD <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-12-18
Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera, MsC. <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2-18

## DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este trabajo a Dios por darme la oportunidad de vivir, por brindarme salud y haberme guiado por el mejor camino, por darme las fuerzas necesarias para lograr una de mis metas que me he planteado en la vida y por darme una familia tan maravillosa. Además, dedico este trabajo a toda mi familia por ser mi principal motor que me impulsa a ser mejor cada día. Especialmente a mi Madre Gelenia, a mis hermanos, a mi tía Judith, a mi tía Paola, a mi Tío Adolfo, a mi prima Ana Fernanda, a mi primo Danny y a don Nelson, Por que creyeron en mí, por haberme mostrado que cuando se trabaja con amor, esfuerzo, y dedicación siempre se cumplen los sueños, por enseñarme a nunca rendirme sin importar lo difícil que sea el camino, por el apoyo moral e incondicional que me brindaron a lo largo de esta etapa a pesar de todas las circunstancias, porque siempre son mi inspiración, mi ejemplo, mi guía, mi apoyo y mi fortaleza, porque han formado parte de todos mis éxitos y mis fracasos, por todo lo mencionando y muchas cosas más les dedico este éxito y todos los que se vendrá. También, le dedico este trabajo a mi mamita Ana y a mi papito Amable porque los mejores abuelos del mundo debido a que me regalaron los mejores años de mi vida siendo un pilar fundamental en mí y por inculcarme buenos valores como: el respeto, la puntualidad, la responsabilidad, la humildad y la solidaridad. Finalmente, le dedico este éxito a la Familia Iguasnia Guevara, especialmente a Bachita y a Huguito por haberme motivaron a seguir adelante, por haberme abierto las puertas de hogar para poder vivir con ellos en este proceso y por todos sus consejos.

Rudy

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por todas sus bendiciones y por permitirme seguir adelante para lograr cumplir todas mis metas y objetivos que me he planteado en la vida. Agradezco a toda mi familia por todo el apoyo moral e incondicional que me brindan día a día. Por esa razón hoy les agradezco por permitirme seguir de pie y por qué sin ninguno de ustedes no hubiera llegado a realizar este sueño que también fue de todos ustedes. Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por llenarme de valores y de conocimientos. Además, agradezco al Ing. Luis Andino dueño de la empresa LÁCTEOS MURILLO quien me brindó la apertura necesaria para realizar mis prácticas laborales, pues sin ellos no hubiese podido concluir este éxito. También le agradezco a mi Director Ing. Byron Leoncio Diaz Monroy director PhD y a la Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera Asesor, por permitirme trabajar y quienes se mostraron abiertos a brindarme su tiempo y su conocimiento para hacer posible este trabajo.

Rudy

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY / ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Justificación.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....</b>	<b>7</b>

### CAPÍTULO II

<b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Industria láctea .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Lactosuero .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.1 <i>Tipos de lacto suero</i> .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.2 <i>Composición del lactosuero</i> .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2.3 <i>Proteína del suero</i> .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.3.1 <i><math>\beta</math>-Lactoglobulina</i> .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.3.2 <i><math>\alpha</math>-Lactoalbúmina</i>.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.3.3 <i>Aplicación de las proteínas del lactosuero</i>.....</b>	<b>16</b>

2.2.4	<i>Pretratamiento del suero</i> .....	16
2.2.5	<i>Uso del lactosuero</i> .....	17
2.2.6	<i>Requisitos físicos y químicos del suero</i> .....	18
2.2.7	<i>Requisitos microbiológicos del suero</i> .....	18
2.3	<b>Banano</b> .....	19
2.3.1	<i>Definición</i> .....	19
2.3.2	<i>Taxonomía</i> .....	19
2.3.3	<i>Contenido nutricional del banano</i> .....	20
2.3.4	<i>Propiedades del banano</i> .....	20
2.3.5	<i>Aplicaciones del banano</i> .....	21
2.4	<b>Fibras solubles</b> .....	21
2.4.1	<i>Funciones de la fibra soluble</i> .....	22
2.4.2	<i>Tipos de fibras solubles</i> .....	22
2.4.2.1	<i>Polydextrosa</i> .....	22
2.4.2.2	<i>Inulina</i> .....	24
2.4.2.3	<i>Psyllium sp.</i> .....	26
2.5	<b>Bebidas lácteas Fermentadas</b> .....	28
2.5.1	<i>Leches Fermentadas</i> .....	28
2.5.1.1	<i>Leche Fermentada natural</i> .....	28
2.5.1.2	<i>Leche fermentada con ingredientes</i> .....	29
2.6	<b>Probiótico</b> .....	29
2.6.1	<i>Lactobacillus casei</i> .....	30
2.6.1.1	<i>Taxonomía</i> .....	31
2.6.1.2	<i>Funciones</i> .....	31
2.6.1.3	<i>Aplicaciones</i> .....	32
2.7	<b>Prebiótico</b> .....	32
2.8	<b>Simbiótico</b> .....	33
2.9	<b>Alimentos funcionales</b> .....	34



## CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Localización y duración del experimento .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2</b>	<b>Unidad experimental .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3</b>	<b>Materiales, Equipos, Reactivos e Insumos .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3.1</b>	<i>Materiales .....</i>	<b>35</b>
<b>3.3.2</b>	<i>Equipos de laboratorio .....</i>	<b>36</b>
<b>3.3.3</b>	<i>Reactivos .....</i>	<b>37</b>
<b>3.3.4</b>	<i>Insumos .....</i>	<b>37</b>
<b>3.4</b>	<b>Tratamientos y Diseño experimental .....</b>	<b>37</b>
<b>3.5</b>	<b>Mediciones experimentales .....</b>	<b>38</b>
<b>3.5.1</b>	<i>Análisis fisicoquímicos .....</i>	<b>38</b>
<b>3.5.2</b>	<i>Análisis microbiológicos .....</i>	<b>39</b>
<b>3.5.3</b>	<i>Análisis sensorial .....</i>	<b>39</b>
<b>3.5.4</b>	<i>Análisis económico .....</i>	<b>39</b>
<b>3.6</b>	<b>Análisis Estadísticos y Pruebas de significancia .....</b>	<b>39</b>
<b>3.7</b>	<b>Procedimiento Experimental .....</b>	<b>40</b>
<b>3.7.1</b>	<i>Elaboración de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano y enriquecida con tres tipos de fibras solubles .....</i>	<b>40</b>
<b>3.7.1.1</b>	<i>Recepción de la materia prima .....</i>	<b>42</b>
<b>3.7.1.2</b>	<i>Limpieza y desinfección .....</i>	<b>42</b>
<b>3.7.1.3</b>	<i>Precipitación de la albumina .....</i>	<b>42</b>
<b>3.7.1.4</b>	<i>Filtrado del lactosuero .....</i>	<b>42</b>
<b>3.7.1.5</b>	<i>Enfriamiento .....</i>	<b>42</b>
<b>3.7.1.6</b>	<i>Adición de lactobacillus casei .....</i>	<b>42</b>
<b>3.7.1.7</b>	<i>Envasado del lactosuero .....</i>	<b>42</b>
<b>3.7.1.8</b>	<i>Control del pH .....</i>	<b>43</b>
<b>3.7.1.9</b>	<i>Escaldado del banano .....</i>	<b>43</b>

3.7.1.10	<i>Despulpado</i> .....	43
3.7.1.11	<i>Pesado de la pulpa</i> .....	43
3.7.1.12	<i>Adición de la pulpa</i> .....	43
3.7.1.13	<i>Pesado de las fibras solubles</i> .....	43
3.7.1.14	<i>Adición de las fibras solubles</i> .....	43
3.7.1.15	<i>Almacenamiento</i> .....	44
3.8	<b>Metodología de Evaluación</b> .....	44
3.8.1	<b>Análisis fisicoquímicos</b> .....	44
3.8.1.1	<i>Determinación de pH</i> .....	44
3.8.1.2	<i>Determinación de Acidez Total</i> .....	44
3.8.1.3	<i>Determinación de Proteína</i> .....	45
3.8.1.4	<i>Determinación de sólidos solubles</i> .....	46
3.8.1.5	<i>Determinación del contenido de fibra</i> .....	47
3.8.2	<b>Análisis microbiológico</b> .....	47
3.8.2.1	<i>Siembra</i> .....	47
3.8.2.2	<i>Incubación y Conteo</i> .....	48
3.8.2.3	<i>Recuento de Escherichia coli (UFC/ml)</i> .....	49
3.8.2.4	<i>Recuento de Coliformes totales (UFC/ml)</i> .....	49
3.8.2.5	<i>Recuento de Mohos y levaduras (UFC/ml)</i> .....	49
3.8.2.6	<i>Conteo de Bacterias Probióticas (UFC/ml)</i> .....	49
3.8.3	<b>Análisis sensorial</b> .....	50
3.8.4	<b>Análisis económico</b> .....	50
3.8.4.1	<i>Costos de producción (USD/L)</i> .....	50
3.8.4.2	<i>Beneficio/Costo</i> .....	50

## CAPÍTULO IV

4.	<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	51
4.1	<b>Análisis fisicoquímicos</b> .....	51

4.1.1	<i>pH</i> .....	52
4.1.2	<i>Acidez Total (%)</i> .....	54
4.1.3	<i>Proteína (%)</i> .....	55
4.1.4	<i>Sólidos solubles (°Brix)</i> .....	56
4.1.5	<i>Contenido de fibra soluble (%)</i> .....	57
4.2	<b>Análisis microbiológicos</b> .....	58
4.2.1	<i>Bacterias no probióticas (UFC/ml)</i> .....	59
4.2.2	<i>Bacterias Probióticas (UFC/ml)</i> .....	59
4.3	<b>Análisis sensorial</b> .....	60
4.3.1	<i>Textura</i> .....	62
4.3.2	<i>Color</i> .....	62
4.3.3	<i>Olor</i> .....	63
4.3.4	<i>Sabor</i> .....	64
4.4	<b>Análisis económico</b> .....	64
4.4.1	<i>Costos de producción (USD/L)</i> .....	64
4.4.2	<i>Beneficio/Costo</i> .....	65

## **CAPÍTULO V**

5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	67
5.1	<b>Conclusiones</b> .....	67
5.2	<b>Recomendaciones</b> .....	68

## **GLOSARIO**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b> Países top en la producción mundial de leche. ....	10
<b>Tabla 2-2:</b> Composición del lactosuero dulce y ácido. ....	13
<b>Tabla 2-3:</b> Composición en aminoácidos esenciales (g/100 g de proteína). ....	14
<b>Tabla 2-4:</b> Requisitos fisicoquímicos del suero de leche líquido.....	18
<b>Tabla 2-5:</b> Requisitos microbiológicos para el suero de leche líquido .....	18
<b>Tabla 2-6:</b> Taxonomía del banano .....	19
<b>Tabla 2-7:</b> Composición nutricional del banano .....	20
<b>Tabla 2-8:</b> Contenido de inulina en algunas especies vegetales.....	25
<b>Tabla 2-9:</b> Cantidad de microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación.....	29
<b>Tabla 2-10:</b> Principales microorganismos usados como agentes probióticos .....	30
<b>Tabla 2-11:</b> Taxonomía del <i>Lactobacillus casei</i> .....	31
<b>Tabla 3-1:</b> Esquema del experimento.....	38
<b>Tabla 3-2:</b> Esquema del ADEVA.....	40
<b>Tabla 3-3:</b> Formulación de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano .....	40
<b>Tabla 3-4:</b> Métodos para determinar los parámetros microbiológicos de la bebida simbiótica. ....	47
<b>Tabla 3-5:</b> Puntajes del nivel de agrado de la bebida simbiótica .....	50
<b>Tabla 4-1:</b> Características fisicoquímicas de la bebida simbiótica por efecto de los niveles de pulpa de banano. ....	51
<b>Tabla 4-2:</b> Características fisicoquímicas de la bebida simbiótica por efecto de los diferentes tipos de fibras solubles.....	51
<b>Tabla 4-3:</b> Características fisicoquímicas de la bebida simbiótica de lactosuero por efecto de la interacción de los niveles de pulpa de banano y de los tres tipos de fibras solubles. ....	52
<b>Tabla 4-4:</b> Características microbiológicas de las bacterias no probióticas de la bebida simbiótica. ....	58
<b>Tabla 4-5:</b> Presencia de bacterias probióticas en la bebida simbiótica elaborada con diferentes niveles de pulpa de banano y varios tipos de fibras solubles. ....	58
<b>Tabla 4-6:</b> Características sensoriales de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano y enriquecida con tres tipos de fibras solubles.....	61
<b>Tabla 4-7:</b> Análisis económico de la bebida simbiótica.....	66

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 2-1:</b> Producción mundial de leche.....	8
<b>Ilustración 2-2:</b> Producción mundial de leche de vaca por regiones.....	9
<b>Ilustración 2-3:</b> Suero de leche o Lactosuero .....	10
<b>Ilustración 2-4:</b> $\beta$ -lactoglobulina del suero de leche.....	15
<b>Ilustración 2-5:</b> $\alpha$ -lactoalbúmina del suero de leche.....	16
<b>Ilustración 2-6:</b> Banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ).....	19
<b>Ilustración 2-7:</b> Morfología del <i>Lactobacillus casei</i> .....	31
<b>Ilustración 3-1:</b> Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano y enriquecida con tres tipos de fibras solubles .....	41
<b>Ilustración 4-1:</b> pH de la bebida simbiótica por efecto de los niveles de pulpa de banano .....	53
<b>Ilustración 4-2:</b> Acidez total de la bebida simbiótica por efecto de los niveles de pulpa de banano .....	54
<b>Ilustración 4-3:</b> Proteína (%) de la bebida simbiótica por efecto de los niveles de pulpa de banano .....	55
<b>Ilustración 4-4:</b> Sólidos solubles (°Brix) de la bebida simbiótica por efecto de los niveles de pulpa de banano. ....	57
<b>Ilustración 4-5:</b> Presencia de bacterias probióticas en la bebida simbiótica por efecto de los niveles de pulpa de banano .....	60
<b>Ilustración 4-6:</b> Valoración organoléptica del olor de la bebida simbiótica.....	63
<b>Ilustración 4-7:</b> Valoración organoléptica del sabor de la bebida simbiótica.....	64

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA DE LACTOSUERO

**ANEXO B:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA DE LACTOSUERO

**ANEXO C:** FICHA DE LA PRUEBA DE AFECTIVIDAD DE LA ESCALA HEDÓNICA EN LA BEBIDA SIMBIÓTICA DE LACTOSUERO

**ANEXO D:** RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA

**ANEXO E:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE PH

**ANEXO F:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE ACIDEZ TOTAL

**ANEXO G:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE PROTEÍNA

**ANEXO H:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE SÓLIDOS SOLUBLES

**ANEXO I:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE CONTENIDO DE FIBRA SOLUBLE

**ANEXO J:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE CONTENIDO DE BACTERIAS PROBIÓTICAS

**ANEXO K:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA TEXTURA DE LA BEBIDA SIMBIOTICA.

**ANEXO L:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL COLOR DE LA BEBIDA SIMBIOTICA.

**ANEXO M:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL OLOR DE LA BEBIDA SIMBIOTICA.

**ANEXO N:** ANÁLISIS DE VARIANZA DEL SABOR DE LA BEBIDA SIMBIOTICA.

**ANEXO Ñ:** ELABORACIÓN DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA LACTOSUERO

**ANEXO O:** ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA

**ANEXO P:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA

**ANEXO Q:** ANÁLISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue elaborar una bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano (*Musa paradisiaca*) y enriquecida con tres tipos de fibras solubles. Se aplicó un diseño completamente al azar bajo un modelo experimental bifactorial de 3\*3 (Factor A: Tres niveles de pulpa de banano; Factor B: Tres tipos de fibras solubles con un nivel fijo del 0,5%) obteniendo un total de 9 tratamientos con 3 repeticiones. Se elaboró la bebida de acuerdo con las formulaciones planteadas, en donde se evaluaron las características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y económicas. Para el análisis de datos de las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas se utilizó el Software estadístico “InfoStat” con la prueba de separación de medias Tukey ( $p < 0,05$ ), en el análisis sensorial se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para los datos obtenidos de la prueba escalar hedónica de 5 puntos en donde participaron 30 panelistas no entrenados y respecto a su rentabilidad se utilizó el indicador Beneficio/Costo. Se logró determinar que mientras se incrementa el nivel de pulpa de banano el pH, la proteína, los sólidos solubles y las bacterias probióticas aumentan, y la acidez disminuye. Además, se identificó ausencia de bacterias no probióticas. En conclusión, el tratamiento que utilizó el 9% de pulpa de banano con la fibra psyllium (A3B3) presentó las mejores características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas debido a que por efectos de la interacción de los niveles de pulpa y los tipos de fibras alcanzó un pH de 3,43, una acidez de 0,30%, una proteína de 3,72%, un sólido soluble de 9 °Brix y 0,5% de fibra psyllium; así como,  $4,39 \times 10^6$  UFC/ml de bacterias probióticas que son valores que están dentro de los requisitos de la norma (INEN 2395, 2011) y de igual manera obtuvo la mayor aceptación alcanzando una valoración de 4 puntos.

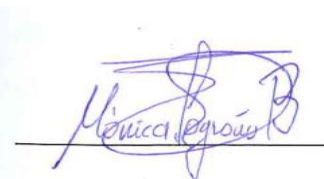
**Palabras clave:** <BEBIDA SIMBIÓTICA>, <LACTOSUERO>, <PULPA DE BANANO>, <FIBRAS SOLUBLES >, < ALIMENTOS FUNCIONALES>



## ABSTRACT

This research aimed to develop a symbiotic whey beverage incorporating several levels of banana pulp (*Musa paradisiaca*) enriched with three types of soluble fibers. A completely randomized design was applied under a bifactorial 3\*3 experimental model (Factor A: Three levels of banana pulp; Factor B: Three types of soluble fibers with a fixed level of 0.5%), resulting in 9 treatments with three replications each. The beverage preparation process followed the proposed formulations, and its physicochemical, microbiological, sensory, and economic characteristics were evaluated. For the analysis of physicochemical and microbiological test data, the statistical software "Info Stat" was employed, using Tukey's mean separation test ( $p < 0.05$ ). The sensory analysis included the Kruskal-Wallis's test for data collected from the 5-point hedonic scale test involving 30 untrained panelists. The Benefit/Cost indicator was necessary to assess the product profitability. Findings reported that an increment in the banana pulp level resulted in an increment in pH, protein, soluble solids, and probiotic bacteria, and the acidity decreased. Additionally, findings reported non-probiotic bacteria absence. In conclusion, the 9% banana pulp treatment with psyllium fiber (A3B3) showed the best physicochemical, microbiological, and organoleptic characteristics. This result was attributed to the interaction effects between pulp levels and fiber types, reporting a pH of 3.43, acidity of 0.30%, protein content of 3.72%, soluble solids of 9 °Brix, and 0.5% psyllium fiber. Furthermore, it contained  $4.39 \times 10^6$  CFU/ml of probiotic bacteria, meeting the standard requirements (INEN 2395, 2011), and achieved the highest acceptance with a rating of 4 points.

**Keywords:** <SYMBIOTIC BEVERAGE>, <WHEY>, <BANANA PULP>, <SOLUBLE FIBRES>, <FUNCTIONAL FOODS>



Lic. Mónica Logroño B.

060274953-3

0123-DBRA-UPT-2024



## INTRODUCCIÓN

La industria láctea es uno de los sectores más importantes de la economía de países industrializados y en desarrollo. En el Ecuador el sector lechero ha presentado una mejora significativa, con un incremento en la producción de leche del 25% al 30%. Es decir, que en el país se producen alrededor de 5,3 millones de litros de leche diarios, con un excedente de 250 mil litros de leche al día, cantidad de la cual se destina 1,2 millones de litros diarios para la producción de queso, generando 900 000 litros de suero (Parra, 2019, p. 1).

“La producción de leche beneficia alrededor de 298 mil ganaderos, y cerca de un millón y medio de personas dependen de manera directa e indirecta de esta actividad” (Anzola, 2020, p. 14). En donde, anualmente representa 110 a 115 millones de toneladas métricas de lactosuero que son producidas a nivel mundial a través de la elaboración de queso. Es decir, que aproximadamente el 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero el cual retiene cerca de 55% del total de ingredientes de la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales (Parra, 2019, p. 1).

El valor nutritivo del suero está determinado por sus componentes, como las proteínas que contienen un alto valor biológico, pero su concentración es menor, es decir un excesivo calentamiento durante el procesamiento, especialmente durante el secado del suero puede disminuir valores de aminoácidos, como la lisina (Fedegan, 2022, p. 3). Además, se ha comprobado que 1.000 litros de lactosuero contienen más de 9 kg de proteína de alto valor biológico, 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche. Esto es equivalente a los requerimientos diarios de proteína de cerca de 130 personas y a los requerimientos diarios de energía de más de 100 persona (Araujo, Monsalve & Quintero, 2013, p. 2).

“El lactosuero causa graves problemas de contaminación, ya que es un contaminante orgánico alto con una demanda química de oxígeno (DQO) de 60-80 g/L que es 175 veces mayor que el efluente de aguas residuales típico” (Parra R & Campos R, 2014, p. 2). Aunque, este residuo tiene algunas posibilidades de utilización que han sido propuestas, pero las estadísticas indican que una importante porción de este residuo es descartada como efluente el cual crea un serio problema ambiental. Debido a que el 45% de lactosuero es desechado en ríos, lagos y otros centros de aguas residuales, o en el suelo, lo que representa una pérdida significativa de nutrientes que ocasionan problemas de contaminación. Porque afecta física y químicamente la estructura del suelo, disminuyendo el rendimiento de cultivos agrícolas y cuando se desecha en el agua, reduce la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto. En donde, el porcentaje restante es tratado y transformado

en varios productos alimenticios, de los cuales el 45% es usado directamente en forma líquida, 30% en polvo, 15% como lactosa y subproductos, y el resto como concentrados de proteína de lactosuero para lograr la reducción de la contaminación ambiental (Parra, 2019, p. 1).

El lactosuero es el producto lácteo líquido obtenido después de la precipitación de la caseína durante la elaboración del queso, mediante la separación de la cuajada y la grasa. La coagulación se obtiene mediante la acción de enzimas del tipo del cuajo. En el proceso de elaboración del queso fresco se obtiene un subproducto denominado como suero o lacto suero. En donde se clasifica dependiendo de su acidez y del contenido de lactosa (INEN 2594, 2011, p. 2). Es decir, que existen varios tipos de lactosuero dependiendo principalmente de la eliminación de la caseína, el primero denominado dulce que está basado en la coagulación de leches no ácidas por la acción enzimática de la renina a un pH 6,5. El segundo llamado ácido que resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína a un pH de 5, 1 o menos como en la elaboración de quesos frescos (Parra, 2019, p. 3).

El banano es uno de los alimentos de primera necesidad más importantes en las zonas tropicales y su producción para la venta en mercados locales, junto con la producción lechera y la horticultura. La mayoría de los bananos se cultiva para su venta en mercados locales o para el autoconsumo. Ecuador es el mayor exportador de banano del mundo y su presencia en el comercio mundial va en aumento (FAO, 2015, p. 1).

Un simbiótico es una preparación farmacéutica o alimentaria obtenida mediante el uso combinado de microorganismos probióticos y compuestos prebióticos. En donde, ejerce un efecto probiótico y prebiótico que afecta beneficiosamente al huésped mejorando la supervivencia y la implantación de suplementos dietéticos a base de microbios vivos en el aparato digestivo del huésped (FAO, 2016, p. 24). Las bebidas simbióticas son consideradas como alimentos funcionales debido a sus componentes alimenticios fisiológicamente activos que proveen beneficios en la salud que van más allá de la nutrición básica. Es decir, los alimentos que contienen un probiótico y prebiótico (Ricaurte, Rodas & Marmol, 2017, p. 2).

Las Fibras solubles son las que se disuelve en agua para formar un material gelatinoso durante la digestión. En donde, ayuda a reducir los niveles de colesterol y glucosa en la sangre. La fibra soluble se encuentra principalmente en las frutas y verduras. Las fibras solubles actúan como prebiótico que sostiene la microflora del colon (Gallego, 2016, p. 3). Además, aumenta la biomasa bacteriana y la retención de agua (Escudero & Gonzalez, 2006, p. 7).

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad uno de los problemas que enfrenta las industrias lácteas es el desconocimiento del aprovechamiento del suero de queso para realizar otros productos nutritivos. En Ecuador se origina este problema, porque muchas queserías artesanales generan suero en abundancia vendiéndolo a precios muy bajos a los engordadores de cerdos o es desechado a los desagües o directamente a los ríos. Aunque, en los países industrializados se aprovecha el alto valor nutritivo y las propiedades funcionales de las proteínas del lactosuero, a través de productos industriales como es el suero deshidratado, concentrados proteicos de suero con diversos niveles de proteína y aislados proteicos de alta pureza. Es importante aprovechar el lactosuero para el uso alternativo en la elaboración de otros productos, creando nuevas fuentes de ingreso para el país y disminuir la contaminación ambiental que se produce a través de este subproducto (Carrera, 2010, pp. 22-23).

Alrededor del 47% de los 110 a 115 millones de toneladas de lactosuero producido anualmente a nivel mundial son desechados al medio ambiente. Es decir, que las industrias productoras de lácteos pequeñas no pueden aprovechar las tecnologías de revalorización del lactosuero, como la recuperación de proteínas y lactosa, o el secado por aspersion, debido a sus altos costos. Los tratamientos fisicoquímicos o biológicos son los más viables para estas empresas. Que representa una pérdida de una fuente de alimentación y causa serios problemas de contaminación, ya que el lactosuero contiene una alta carga orgánica con valores de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 40 000- 60 000 mg/L y demanda química de oxígeno (DQO) 50 000-80 000 mg/L. En donde, más del 90% de la DBO y DQO del lactosuero proviene de la lactosa (Guerrero et al., 2020, pp. 1-2). En donde, se estima que en el año 2024 la producción mundial de leche aumentará a 175 millones de toneladas. Siendo el queso el producto lácteo más importante, representando alrededor del 40% de la leche elaborada en todo el mundo. Esta producción de queso trae consigo una mayor producción de lactosuero (Gómez & Sánchez, 2018, p.2).

El lactosuero es uno de los mayores contaminantes porque tiene un problema latente sin resolver, el cual se genera debido a la gran producción de suero. En donde, 1000 litros de lactosuero contienen cerca de 35 kg de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 kg de demanda química de oxígeno (DQO). Esta fuerza es equivalente a las aguas negras producidas en un día por 450 persona (Machacuay, 2014, pp. 17-18). “Por la continua descarga de este subproducto en la

tierra pone en peligro la estructura física y química de los suelos, y provocando serios problemas de contaminación de agua subterránea” (Guerrero et al., 2020, pp. 1-2).

Las proteínas y la lactosa que contiene el suero se convierten en un contaminante cuando éste es descargado al ambiente sin ningún tipo de tratamiento, puesto que la carga de materia orgánica contenida produce cambios significativos en el medio receptor. Esta situación genera que el aprovechamiento del lactosuero no sea al máximo y que sea mínimo debido a que sólo se aprovecha para alimentar animales de granjas. En donde, el resto se vierte directamente al ambiente, lo que convierte al lactosuero en el contaminante principal de la industria láctea, lo que perjudica a las poblaciones y al medio ambiente (López et al., 2017, pp. 1-2).

El suero lácteo en muchas empresas es utilizado como alimento para animales, sin saber que este subproducto puede ser utilizado para elaborar una serie de productos a partir del lactosuero como la producción de etanol, en piensos para el consumo animal y la elaboración de bebidas saludables que están muy difundidas por sus propiedades nutricionales y el bajo costo de obtención. En base a sus beneficios y procedimientos biotecnológicos la bebida fermentada favorecerá a problemas gastrointestinales en las personas, propiedades antitumorales, mejor tolerancia a la lactosa y estimulación del sistema inmune. La elaboración de una bebida fermentada a base de suero lácteo y pulpas de frutas permitirá ayudar a mejorar la salud de niños, adolescentes y adultos, en donde limpia el organismo, que favorece la movilización del tejido graso como fuente alternativa de energía (Rodríguez, 2022, pp. 12-15). En la actualidad, el creciente interés por los productos lácteos que incorporan probióticos en sus formulaciones constituye una parte importante del grupo de alimentos funcionales debido al papel que pueden desempeñar en el mantenimiento de la salud y prevención de enfermedades (Sierra, 2020, p. 51).

El suero de leche es ideal para consumo humano, presenta una alta cantidad de Minerales como potasio, calcio, fósforo, zinc, hierro, sodio, magnesio, vitaminas A, C, D, E y complejo B, ácido Ascórbico, así como un alto contenido de lactosa. Contiene además todos los aminoácidos esenciales, aporta proteínas de una calidad extraordinaria, y posee un alto coeficiente de uso por parte del organismo humano. En donde, sus proteínas son de alto valor biológico debido a las cantidades de triptófano, lisina y aminoácidos azufrados (Giutta, 2013, pp. 14-15). Por los motivos anteriormente expuestos, el objetivo de este proyecto es la elaboración de una bebida simbiótica saborizada a partir de suero de leche, para lograr aprovechar su valor nutricional y al mismo tiempo disminuir la contaminación ambiental que se produce por el mal manejo de este subproducto.

El banano es uno de los alimentos de primera necesidad más importantes en las zonas tropicales y su producción para la venta en mercados locales, junto con la producción lechera y la horticultura. La mayoría de los bananos se cultiva para su venta en mercados locales o para el autoconsumo. Ecuador es el mayor exportador de banano del mundo y su presencia en el comercio mundial va en aumento. En donde, tiene diversos sistemas de producción de banano. Algunas plantaciones tienen riego, sistemas de drenaje, cable vías y su necesidad de mano de obra es de menos de un trabajador por hectárea. Otras son de secano, utilizan pocos insumos externos, tienen sistemas de drenaje ineficaces, instalaciones rudimentarias, y podrían emplear hasta 5 trabajadores por hectárea. Por esa razón, Ecuador ha aumentado sus exportaciones en todos sus mercados en los últimos veinte años (FAO, 2015, pp. 1-4).

En los últimos años las exportaciones de banano de Ecuador han caído debido a que las exportaciones de banano en toneladas métricas disminuyeron el 3%. En donde los promedios en los cuales se ha vendido la fruta en los tres últimos años es de USD 4,40 y USD 3,50 en promedio general de la caja de ventas que son los precios más bajos a los anteriores años. Es decir, que tiene una caída del 30% en la oferta de fruta del Ecuador (Fenabe, 2022, p. 1).

La exportación bananera representa el 2% del PIB general y aproximadamente el 35% del PIB agrícola. Este sector representa un eje central para la actividad económica, generando mayores ingresos y proporcionando más oportunidades de empleo en comparación con otros sectores productivos no petroleros del país debido a que el país ha adoptado importantes medidas de control y protección ambiental y de la salud en los procesos productivos (MCE, 2019, pp. 3-12). Aunque, el banano, por más de cuarenta años, encabezó la lista de productos de exportación no petrolera del país porque la cadena del banano funciona como una estructura económica concentrada y oligopólica, ya que es una estructura compleja que va desde la producción de su fruta hasta la circulación y venta a diferentes países, pero desde la pandemia la creciente demanda de camarón marcó una importante ventaja respecto al banano (FES, 2019, pp. 20-24).

La fibra soluble es aquella que se disuelve en el agua, es decir que se hidrata para formar un material gelatinoso. Este tipo de fibra atrae o retiene el agua durante la digestión configurando geles debido a su estructura ramificada. Además, estas fibras protegen la mucosa digestiva, siendo muy útil para evitar acidez o gastritis. Reduce asimismo los niveles de colesterol y, por tanto, el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares como la aterosclerosis (Lohoz, 2018, pp. 1-3). “Las fibras solubles se encuentran en alimentos como la avena, cebada, caraotas, frijoles, mango, manzanas, naranjas, zanahorias, lino, linaza y achicoria. Además, ayuda a reducir los niveles de colesterol y glucosa en la sangre” (FAO, 2021, p. 1).

## 1.2 Justificación

Hoy en día la industria láctea es el eje de sustento económico en países industrializados y en vía de desarrollo, puesto que la leche una materia prima principal en la elaboración de muchos otros productos. En la elaboración del queso se desecha alrededor del 90% de la leche utilizada en forma de suero de leche, que es el producto residual obtenido en la elaboración de quesos, creando así un sobrante de alta importancia nutritiva por cuanto el lacto suero alberga una gran cantidad de nutrientes que no son aprovechados (Guevara & León, 2019, p. 25).

En la actualidad uno de los problemas que enfrenta las industrias lácteas es el desconocimiento del aprovechamiento del suero de queso para realizar otros productos nutritivos. En Ecuador se origina este problema, porque muchas queserías artesanales generan suero en abundancia vendiéndolo a precios muy bajos a los engordadores de cerdos o es desechado a los desagües o directamente a los ríos (Carrera, 2010, pp. 22-23). Por lo tanto, el lactosuero es uno de los mayores contaminantes, debido a que 1000 litros de lactosuero contienen cerca de 35 kg de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 kg de demanda química de oxígeno (DQO). Esta fuerza es equivalente a las aguas negras producidas en un día por 450 persona (Machacuay, 2014, pp. 17-18).

El suero de leche contiene principalmente lactosa, proteínas, minerales, vitaminas y grasa. La composición y tipo de lactosuero varía considerablemente dependiendo del tipo de leche, tipo de queso elaborado y el proceso de tecnología empleado. La lactosa es el principal componente nutritivo (4,5 % p-v), proteína (0,8% p/v), y lípidos (0,5%) (Parra, 2019, p. 1). “Además, presenta una alta cantidad de Minerales como potasio, calcio, fósforo, sodio, magnesio, vitaminas del grupo B, ácido Ascórbico y sin fibra” (Giutta, 2013, p. 29).

El suero lácteo en muchas empresas es utilizado como alimento para animales, sin saber que este subproducto puede ser utilizado para la elaboración de bebidas saludables. La elaboración de una bebida fermentada a base de suero lácteo y pulpas de frutas permitirá ayudar a mejorar la salud de niños, adolescentes y adultos, en donde limpia el organismo, que favorece la movilización del tejido graso como fuente alternativa de energía (Rodríguez, 2022, pp. 12-15). Por lo tanto, el presente proyecto tiene como finalidad brindar un alimento biotecnológico y funcional dándole una alternativa al consumidor, mediante la elaboración de una bebida simbiótica, aprovechando los nutrientes que contienen el lactosuero, el banano y las fibras solubles que actúan como prebiótico, en donde son las atrae el agua y se convierte en gel durante la digestión para ayudar a reducir los niveles de colesterol y glucosa en la sangre.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- Elaborar una bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano (*Musa paradisiaca*) y enriquecida con tres tipos de fibras solubles.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Evaluar tres niveles de pulpa de banano (3%, 6% y 9%) como saborizantes de la bebida simbiótica a base de suero de leche en combinación con 3 tipos de fibras solubles (Polydextrosa, Inulina y Psyllium sp).
- Determinar las características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas del producto obtenido.
- Calcular el costo de producción de la bebida y su rentabilidad.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Industria láctea

La industria láctea es uno de los sectores más importantes de la economía de países industrializados y en desarrollo. Aproximadamente 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero que crea un serio problema ambiental debido a que afecta física y químicamente la estructura del suelo, teniendo como resultado la disminución del rendimiento de cultivos agrícolas y cuando se desecha en el agua, reduce la vida acuática al agotar el oxígeno disuelto. El 45% del lactosuero se desechan en ríos, lagos y otros centros de aguas residuales, o en el suelo, lo que representa una pérdida significativa de nutrientes ocasionando serios problemas de contaminación (Parra, 2019, p. 1).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) la producción lechera es una fuente de ingresos que representa una economía de pequeña escala, cuando es comparada con otros sistemas de ganadería debido al aporte de mano de obra que requiere. Existen aproximadamente 150 millones de hogares en el mundo dedicados al sector ganadero. Además, la producción mundial de leche en el año 2018 fue de 864 107 mil millones de litros, de los cuales 703.7 mil millones de litros corresponden a leche de vaca equivalente al 81.4%, mientras que el porcentaje restante se subdivide en leche obtenida del ganado no bovino correspondiente a búfalo, cabra, oveja, camello. En cambio, el comercio mundial de productos lácteos en 2019 fue de 76 millones de toneladas, teniendo un 0,8 por ciento más que en 2018 (Anzola, 2020, p. 17).

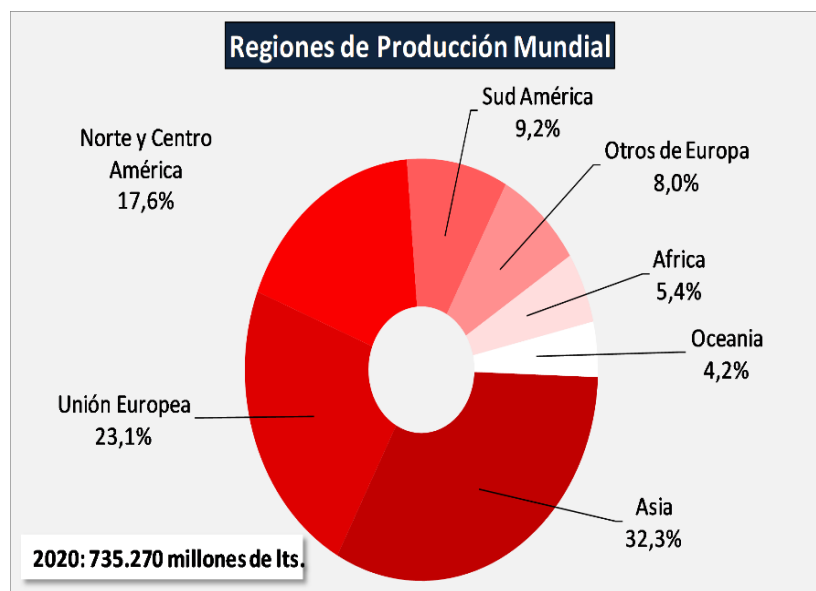


**Ilustración 2-1:** Producción mundial de leche.

Fuente: (Ocla, 2022, p.2)



En los últimos años en el Ecuador el sector lechero ha presentado una mejora significativa, con un incremento en la producción de leche del 25% al 30%. Es decir, que en el país se producen alrededor de 5,3 millones de litros de leche diarios, con un excedente de 250 mil litros de leche al día, cantidad de la cual se destina 1,2 millones de litros diarios para la producción de queso, generando 900 000 litros de suero. Además, en la Sierra del país, aporta una producción del 64.37% de leche, mientras que en la Costa el 29.99% y en el Oriente 5.67 %, con un crecimiento del 0.29%, 2.04%, y 0.79% en cada región. Teniendo un promedio de litros de leche por vaca producidos, en donde se tiene un promedio 7,11 litros/vaca en la región Sierra siendo la que más se destaca, el Oriente ocupa el segundo lugar con 4,29 litros/vaca, y por último la Costa con 3,93 litros/vaca (Anzola, 2020, p.14). Además, en Ecuador, en el año 2019, se prohibió la venta y comercialización del suero de leche basados en los fraudes en la venta de leche natural, reemplazando o adulterando el producto original con el residuo de otro proceso derivado en la industria láctea (Cisneros, 2022, p. 14).



**Ilustración 2-2:** Producción mundial de leche de vaca por regiones.

Fuente: (Ocla, 2022, p.2)

En todo el mundo se dedican alrededor de 150 millones de hogares a la producción de leche. En la mayoría de los países en desarrollo, la leche es producida por pequeños agricultores y la producción lechera contribuye a los medios de vida, la seguridad alimentaria y la nutrición de los hogares. La leche produce ganancias relativamente rápidas para los pequeños productores y es una fuente importante de ingresos en efectivo. Además, en algunos países en desarrollo han aumentado su participación en la producción lechera mundial. Este crecimiento es debido al e al aumento del número de animales destinados a la producción, y no al de la productividad por cabeza (FAO, 2020, p. 1).

**Tabla 2-1:** Países top en la producción mundial de leche.

<b>Países</b>	<b>2018 miles de millones de kg de leche</b>
Unión Europea	166,7
Estados Unidos	98,7
India	90,2
Brasil	34,7
China	30,8
Rusia	30,6
Nueva Zelanda	22,2
Turquía	20,0
Pakistán	17,4
México	12,4

**Fuente:** (Anzola, 2020, p. 18).

## 2.2 Lactosuero

El lactosuero es el producto lácteo líquido obtenido después de la precipitación de la caseína durante la elaboración del queso, mediante la separación de la cuajada y la grasa. La coagulación se obtiene mediante la acción de enzimas del tipo del cuajo. En el proceso de elaboración del queso fresco se obtiene un subproducto denominado como suero o lacto suero. En donde se clasifica dependiendo de su acidez y del contenido de lactosa (INEN 2594, 2011, p.4).



**Ilustración 2-3:** Suero de leche o Lactosuero.

**Fuente:** (Kreczmann et al, 2015, p. 1)

En la actualidad uno de los problemas que enfrenta las industrias lácteas es el desconocimiento del aprovechamiento del suero de queso para realizar otros productos nutritivos. En Ecuador se origina este problema, porque muchas queserías artesanales generan suero en abundancia vendiéndolo a precios muy bajos a los engordadores de cerdos o es desechado a los desagües o

directamente a los ríos. Es decir, el suero dulce de quesería por muchos años ha sido considerado un problema en las industrias lácteas, ya que este subproducto es muy difícil tratarlo y comercializarlo como alimento para el consumo humano. El tradicional tratamiento del suero de leche es uno de los principales problemas de la industria láctea, por lo que hay una despreocupación por parte de los productores de lácteos, desechan y no lo tratan, algunos desconocen el valor nutricional del suero que ayuda al organismo, por su alto valor nutritivo y proteico (Carrera, 2010, p. 23). En donde el lactosuero es uno de los mayores contaminantes, debido a que 1000 litros de lactosuero contienen cerca de 35 kg de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y cerca de 68 kg de demanda química de oxígeno (DQO). Esta fuerza es equivalente a las aguas negras producidas en un día por 450 persona (Machacuay, 2014, p. 18).

El suero lácteo en muchas empresas es utilizado como alimento para animales, sin saber que este subproducto puede ser utilizado para la elaboración de bebidas saludables. En base a sus beneficios y procedimientos biotecnológicos la bebida fermentada favorecerá a problemas gastrointestinales en las personas, propiedades antitumorales, mejor tolerancia a la lactosa y estimulación del sistema inmune. La elaboración de una bebida fermentada a base de suero lácteo y pulpas de frutas permitirá ayudar a mejorar la salud de niños, adolescentes y adultos, en donde limpia el organismo, que favorece la movilización del tejido graso como fuente alternativa de energía debido a su valor nutricional (Rodríguez, 2022, pp. 12-15). En la actualidad, los productos lácteos que incorporan probióticos en sus formulaciones constituyen una parte importante del grupo de alimentos funcionales que tiene un enorme crecimiento a nivel mundial (Sierra, 2020, p. 11). Además, los productos del suero mejoran las propiedades de flujo y muestran muchas otras propiedades funcionales que aumentan la calidad de los productos alimenticios. Basados en el valor nutricional del lactosuero, se han obtenido bebidas no alcohólicas, bebidas fermentadas, biomasa, concentrados, aislados e hidrolizados de proteína, películas comestibles y enzimas (Parra, 2019, p. 2).

### ***2.2.1 Tipos de lacto suero***

Existen varios tipos de lactosuero dependiendo principalmente de la eliminación de la caseína, el primero denominado dulce, está basado en la coagulación por la renina a pH 6,5. El segundo llamado ácido resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína como en la elaboración de quesos frescos (Parra, 2019, p. 2). En donde, el suero ácido tiene un  $\text{pH} < 5$  y suero dulce tiene un  $\text{pH}$  6-7, de acuerdo con el procedimiento que se utilice para la precipitación de la caseína, el suero ácido generalmente

contiene más cenizas y menos proteínas que el suero dulce, su uso en la alimentación es más limitado debido a su sabor ácido y su alto contenido en sales (Ruiz, 2019, p. 17).

### **2.2.2 Composición del lactosuero**

El suero de leche contiene principalmente lactosa, proteínas, minerales, vitaminas y grasa. La composición y tipo de lactosuero varía considerablemente dependiendo del tipo de leche, tipo de queso elaborado y el proceso de tecnología empleado. La lactosa es el principal componente nutritivo. Si en la coagulación de la leche se utiliza enzimas el lactosuero se denomina dulce, y si se reemplaza la enzima por ácidos orgánicos se denomina ácido (Parra, 2019, p. 1). En donde, se estima que en cualquiera de los dos tipos de lactosuero se producen 9 kg de lactosuero por cada kg de queso, esto representa cerca del 85-90% del volumen de la leche que contiene aproximadamente el 55% de los nutrientes de la leche (Parra, 2019, p.2).

El suero lácteo también es rico en vitaminas del complejo B (tiamina, ácido pantoténico, riboflavina, piridoxina, ácido nicotínico, cobalamina) y vitamina C. Las proteínas que quedan en el lactosuero son la lactoalbúmina y la lactoglobulina. Los minerales es el Calcio, Hierro, Magnesio, Fósforo, Potasio, Sodio, Zinc y las vitaminas que se encuentran es este subproducto son el Ácido ascórbico, Tiamina, Riboflavina, Niacina, Ácido Pantoténico, Vitamina B6, Folacina, Vitamina B12, Vitamina A (Naranjo, 2016, p. 19). Además, es rico en aminoácidos de cadena ramificada como es la valina, leucina y la isoleucina, estos evitan el catabolismo muscular y algunos vienen adicionados de glutamina (Garcías, 2008, p. 25).

El suero de queso de leche de vaca se obtiene de la elaboración de los diversos tipos de queso. En promedio al procesar un litro de leche se obtiene 90 % de suero y el 10% de queso. Durante el proceso para la fabricación de queso se coagulan algunas proteínas y parte de la grasa natural de la leche. En el lactosuero permanece casi el 50 % de las proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales de la leche. La caracterización inicial del suero arrojó que éste contiene 0.11 % de grasa, 1.26 % de proteína, 5.48 % lactosa, 0.72 % de minerales y vitaminas, el 7.57 % de sólidos totales y 92.43 % de humedad. Donde los componentes que destacan por su valor nutrimental son las proteínas y la lactosa, mismas que están en el suero en cantidades suficientes para justificar el presente trabajo (Garcias, 2008, p. 21).

El suero de leche y su composición depende del tratamiento al que ha sido sometido y las condiciones dadas como son el proceso tecnológico, el pH, la temperatura, existen otros factores

desde la materia prima que se enfoca en la alimentación del animal y su estado de salud (Cisneros, 2022, p. 21), como se observa en la tabla 2-2 de la composición del lactosuero.

**Tabla 2-2:** Composición del lactosuero dulce y ácido.

<b>Tipo de Nutrientes</b>	<b>Suero lácteo de Queso Dulce (g/L)</b>	<b>Suero lácteo de Queso Ácido (g/L)</b>
Sólidos Totales	63 – 70	63 – 70
Lactosa	46 – 52	44 – 46
Agua	93 – 94	94 – 95
Grasa	0,2 – 0,7	0,04
Proteína	6 – 10	6 – 8
Calcio	0,4 – 0,6	1,2 – 1,6
Minerales	0,05	0,4
Fosfatos	1,0 – 3,0	2,0 – 4,5
Lactato	2	6,4
Cloruros	1,1	1,1

Fuente: (Cisneros, 2022, p. 25).

### 2.2.3 *Proteína del suero*

Las proteínas del lactosuero representan alrededor del 20% de las proteínas de la leche de vaca. Es decir, las proteínas del lactosuero constituyen el 20 % del nitrógeno proteico total, que se definen como aquellas que permanece en una solución láctea tras precipitar las caseínas a un pH 4,6 y a una temperatura de 20°C (Guevara & Leon, 2019, p. 27). Las proteínas del lactosuero pueden ser de síntesis mamaria, como la  $\alpha$ -lactalbúmina y la  $\beta$ -lactoglobulina, que representan conjuntamente el 70% de las proteínas del lactosuero de vaca, y la lactoferrina o transferencia sanguínea, como la albúmina y las inmunoglobulinas. Las propiedades funcionales del lactosuero vienen dadas por las de sus dos principales proteínas,  $\alpha$ -lactalbúmina y la  $\beta$ -lactoglobulina (Calvo, 2019, p. 1). Estos fragmentos son componentes que refuerzan el sistema inmune y que regulan un rango de funciones inmunes. Que están involucrados en un rango de funciones bioactivas como los efectos prebióticos, la reparación de tejido, el mantenimiento de la integridad intestinal, la destrucción de patógenos y la eliminación de toxina (Cribb, 2016, p. 3).

Las proteínas presentes en el lactosuero no son abundantes, pero si llaman la atención de los terrenos económicos y nutricionales, pues representan una diversa y rica cantidad de proteínas secretadas que ostentan un extenso rango de propiedades químicas, físicas y funcionales. En el lactosuero están presentes proteínas globulares como la  $\beta$ -lactoglobulina ( $\beta$ -Lg) que

representando un 10% y la  $\alpha$ -lactoalbumina ( $\alpha$ -La) con un 4% de toda la proteína láctea. También está conformado por lactoferrina, lactoperoxidasa, inmunoglobulinas y glicomacropéptidos (Guevara & Leon, 2019, p. 37). “Además, son de alto valor biológico por su contenido en leucina, triptófano, lisina y aminoácidos azufrados. La proteína de suero supera el valor biológico de la proteína del huevo aproximadamente un 15% y no son deficientes en ningún aminoácido” (Parra, 2019, p. 3). Como se observa en la tabla 2-3 de la composición en aminoácidos esenciales (g/100 g de proteína).

**Tabla 2-3:** Composición en aminoácidos esenciales (g/100 g de proteína).

<b>Aminoácido</b>	<b>Lactosuero</b>	<b>Huevo</b>	<b>Equilibrio recomendado por la FAO</b>
Treonina	6,2	4,9	3,5
Cisteína	1,0	2,8	2,6
Metionina	2,0	3,4	2,6
Valina	6,0	6,4	4,8
Leucina	9,5	8,5	7,0
Isoleucina	5,9	5,2	4,2
Fenilalanina	3,6	5,2	7,3
Lisina	9,0	6,2	5,1
Histidina	1,8	2,6	1,7
Triptófano	1,5	1,6	1,1

**Fuente:** (Parra, 2019, p. 3).

### 2.2.3.1 $\beta$ -Lactoglobulina

Según (Anzola, 2020, p. 11) manifiesta que la  $\beta$ -lactoglobulina es la proteína de suero más abundante en leches de rumiantes como ganado bovino, caprino, ovino y bufalino. En la leche bovina, la  $\beta$ -lactoglobulina representa cerca del 10% y 12% de las proteínas totales en leche y 50% del total de las proteínas del suero. La  $\beta$ -lactoglobulina alcanza concentraciones de 2 a 4 mg/ml. En donde, está formada por una sola cadena de 162 aminoácidos. “Esta proteína está presente en la leche de otras especies, como la yegua y la cerda, pero no se encuentra en la leche humana” (Calvo, 2019, p. 2).

La  $\beta$ -lactoglobulina de los rumiantes se presenta en forma de dímeros con los monómeros unidos de forma no covalente. Estos dímeros se forman entre pH 7,5 y pH 5,2. Mientras que por encima de pH 7,5 y por debajo de pH 3,5, la  $\beta$ -lactoglobulina está en forma de monómeros. En cambio,

entre pH 5,2 y pH 3,5 se encuentra en forma de octámeros. La estructura terciaria de los monómeros de la  $\beta$ -lactoglobulina está mantenida por dos puentes disulfuro. En donde, es capaz de interactuar con distintas moléculas hidrofóbicas, especialmente el retinol y los ácidos grasos y la  $\beta$ -lactoglobulina se desnaturaliza con facilidad por el calor, especialmente en ausencia de ligandos asociados (Calvo, 2019, p. 3).



**Ilustración 2-4:**  $\beta$ -lactoglobulina del suero de leche.

Fuente: (Calvo, 2019, p. 3)

La  $\beta$ -lactoglobulina posee una alta resistencia a la digestión gástrica, lo que normalmente generaría una intolerancia en humanos, estas proteínas son utilizadas ampliamente en una gran cantidad de productos alimenticios debido a sus propiedades gelificantes y emulsificantes. En donde, la  $\beta$ -lactoglobulina es principalmente un agente Gelificante (Guevara & Leon, 2019, p. 37). Tiene otras funciones biológicas como fuente de aminoácidos debido al alto contenido de aminoácidos azufrados, además puede unir minerales y transportarlos a través de las paredes del intestino (Anzola, 2020, p. 11).

#### 2.2.3.2 $\alpha$ -Lactoalbúmina

La  $\alpha$ -lactoalbúmina es una de las principales proteínas presentes en la leche de mamíferos, incluyendo la leche de vaca y la leche humana, con la excepción de algunas focas. En donde, su principal función biológica es la síntesis de la lactosa a partir de la glucosa y galactosa en la glándula mamaria. Además, es soluble en agua y es una fuente importante de aminoácidos esenciales en la dieta humana (Calvo, 2019, p. 1).

La  $\alpha$ -La es la segunda proteína de suero más abundante en la leche bovina, la cual contiene cerca de 1.2 y 1.5 g/L de  $\alpha$ -La, en donde alcanza aproximadamente 20 y 25% del total de las proteínas del suero (Anzola, 2020, p. 12). Además, están constituidas por un contenido alto de aminoácidos

esenciales que es de 63.2% del contenido total de aminoácidos y de cadenas ramificadas. Además, está formada por una sola cadena polipeptídica, de 123 aminoácidos (Guevara & Leon, 2019, p. 37).



**Ilustración 2-5:**  $\alpha$ -lactoalbúmina del suero de leche.

**Fuente:** (Calvo, 2019, p. 2)

La  $\alpha$ -lactoalbúmina ya purificada es utilizada muchas veces en la transformación de fórmulas infantiles para lactantes debido a que posee una afinidad con el calcio y otros minerales como zinc, manganeso, cadmio, cobre y aluminio (Guevara & Leon, 2019, p. 38).

#### *2.2.3.3 Aplicación de las proteínas del lactosuero*

Las proteínas de lactosuero son usadas ampliamente en una variedad de alimentos gracias a sus propiedades gelificantes y emulsificantes, siendo la  $\beta$ -lactoglobulina el principal agente gelificante. Además, los geles de proteína de lactosuero pueden ser usados como hidrogeles de pH-sensitivos, el cual puede ser definido como red tridimensional que muestra la habilidad de hincharse en agua y retiene una fracción significativa de agua dentro de esta estructura. Estas proteínas han favorecido propiedades funcionales como la solubilidad, emulsificación, viscosidad, emulsión, retención de agua/grasa, espesantes, propiedades de gelificación y la formación de espuma en alimentos. Además, las proteínas del lactosuero se aplican como sustituto de otros ingredientes y componentes (Parra, 2019, p. 4).

#### *2.2.4 Pretratamiento del suero*

En los últimos años el correcto aprovechamiento del lactosuero ha aumentado, porque se puede aplicar la tecnología de microfiltración tangencial que es muy utilizada, debido a que permite la clarificación del lactosuero y una adecuada utilización en diferentes productos, en donde es necesario realizar pretratamientos que ayuden a disminuir el contenido de grasa no deseada que presenta el lactosuero por medio de la centrifugación y congelación (Yanchatipan, 2017, p. 5).



La centrifugación se define como el método que separa sólidos de líquidos por diferencia de densidades. Además, la técnica de centrifugación se fundamenta por la acción de una fuerza adicional mediante un movimiento giratorio que permite la suspensión de partículas de una disolución. En donde, existen tres tipos de centrifugación: la centrifugación a baja velocidad (5000 RPM), centrifugación a alta velocidad (18000 RPM) y ultra centrifugación (50000 RPM). Por otro lado, la técnica de congelación, conocida como cristalización, permite la separación de sustancias mediante la formación de cristales o un sólido cristalino. Esta técnica consta fundamentalmente de la etapa de nucleación en donde se produce la formación de cristal y la de crecimiento a temperaturas inferiores a 0 °C. Es decir, que algunas industrias lácteas disponen de equipos como la nanofiltración, ultrafiltración, microfiltración y osmosis que les permite recuperar el suero de leche con tal de convertir el suero en un producto con grandes retornos. También, existen otros pretratamientos como es el tratamiento anaerobio del lactosuero en reactores discontinuos y el tratamiento que se realiza con un electrodiálizador de tipo Kel'f de cinco celdas que están formadas por membranas Catiónica y Aniónica (Yanchatipan, 2017, p. 5).

#### **2.2.5 *Uso del lactosuero***

El lactosuero es aprovechado en diversidad de productos de línea diaria como lo son dentífricos, suplementos nutricionales, fórmulas lácteas, alimentos nutricionales y funcionales, alimentos y bebidas enriquecidas, bebidas alcohólicas, estabilizantes, formación de espuma, pomadas antihongos, fertilizantes y sobre todo en el ámbito de la cosmetología. Además, se utilizan principalmente las proteínas en una gran cantidad de alimentos, esto es debido a las propiedades funcionales que estas proteínas poseen, como lo es su función: emulsionante y gelificante, siendo este parámetro otorgado especialmente por la  $\beta$ -lactoglobulina. Por lo general, el lactosuero ha sido destinado para la alimentación de animales de granja como la de cerdos y terneros, aunque de cierta manera este uso afecta directamente el sistema digestivo de dichos animales (Guevara & Leon, 2019, p. 39).

La concentración de suero genera productos que pueden usarse como ingredientes con el objetivo de mejorar la solubilidad, gelificación, propiedades emulsificantes, hidratación, viscosidad, estabilidad, textura, retención de sabores, color y propiedades de espumado en alimentos. En donde, se han obtenido una variedad de productos comerciales a partir del lactosuero como es el etanol, ácidos orgánicos, bebidas no alcohólicas, bebidas fermentadas, suplementos proteicos en polvo para deportistas, barras energéticas, postres, productos lácteos, fertilizantes, concentrados, películas comestibles (Anzola, 2020, p. 16).

### 2.2.6 Requisitos físicos y químicos del suero

El suero de leche líquido, ensayado de acuerdo con las normas correspondientes, debe cumplir con lo establecido en la tabla 2-4.

**Tabla 2-4:** Requisitos fisicoquímicos del suero de leche líquido

Requisitos	Suero de leche dulce		Suero de leche ácido		Método de ensayo
	Min	Max	Min	Max	
	Lactosa, % (m/m)	---	5,0	---	
Proteína láctea, % (m/m) <sup>(1)</sup>	0,8	---	0,8	---	NTE INEN 16
Grasa láctea, % (m/m)	---	0,3	---	0,3	NTE INEN 12
Ceniza, % (m/m)	---	0,7	---	0,7	NTE INEN 14
Acidez titulable, % (calculada como ácido láctico)	---	0,16	0,35	---	NTE INEN 13
pH	6,8	6,4	5,5	4,8	AOAC 973.41

<sup>(1)</sup> el contenido de proteína láctea es igual a 6,38 por el % nitrógeno total determinad

Fuente: (INEN 2594, 2011, p. 5).

### 2.2.7 Requisitos microbiológicos del suero

El suero de leche líquido ensayado de acuerdo con las normas correspondientes, debe cumplir con lo establecido en la tabla 2-5.

**Tabla 2-5:** Requisitos microbiológicos para el suero de leche líquido

Requisito	<i>n</i>	<i>m</i>	<i>M</i>	<i>C</i>	Método de ensayo
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos ufc/g	5	30 000	100 000	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de Escherichia coli ufc/g.	5	< 10	---	0	NTE INEN 1529-8
Staphylococcus aureus ufc/g.	5	< 100	100	1	NTE INEN 1529-14
Salmonella /25g.	5	ausencia	---	0	NTE INEN 1529-15
Detección de Listeria monocytogenes /25 g	5	ausencia	---	0	ISO 11290-1

Fuente: (INEN 2594, 2011, p. 5).

#### 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*.

## 2.3 Banano

### 2.3.1 Definición

El banano es una fruta comestible que se cultiva en cualquier región tropical a nivel mundial, producida por diferentes variedades de plantas herbáceas del género *Musa* de la familia de las musáceas. Además, es una fruta de forma alargada y curvada que se reproducen asexualmente brotando vástagos desde un tallo subterráneo, con una piel amarilla que se pela fácilmente para revelar una pulpa dulce y cremosa de color blanco o amarillo pálido. En donde, es reconocido mundialmente por ser una fruta altamente nutritiva debido a que contiene potasio, magnesio, fibra, hierro, vitamina B6, vitamina C, zinc, ácido fólico y un aporte calórico de 89 kcal aproximadamente por cada 100 g de fruta. Además, posee un pH de 4,2 a 4,8 (Rivera, 2014, pp. 3-4).



**Ilustración 2-6:** Banano (*Musa paradisiaca*).

Fuente: (MCE, 2019, p. 21)

### 2.3.2 Taxonomía

**Tabla 2-6:** Taxonomía del banano

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	<i>Musa</i>
Especie	<i>M. paradisiaca</i> L
Planta	Herbácea
Nombre científico	<i>Musa paradisiaca</i>
Nombre común	Guineo maduro, cambur, seda

Fuente: (Villarreal, 2017, p. 5).

### 2.3.3 Contenido nutricional del banano

El banano (*Musa paradisiaca*) mantiene una buena combinación de azúcares, fibra, proteína, lípidos, vitaminas y minerales aunque superan el contenido de componentes de otras frutas. En donde, se destaca su composición de potasio, que lo hacen el fruto ideal crudo o con valor agregado, para una amplia variedad de recetas (Agrotendencia, 2021, p. 9).

**Tabla 2-7:** Composición nutricional del banano

Contenido nutricional para 100 g, de bananas crudas	
Carbohidratos	22,80 g.
Azúcares	12,23 g.
Fibra alimentaria	2,60 g.
Grasas	0,33 g.
Proteína	1,09 g.
Tiamina (Vitamina B1)	0,031 mg. (2%)
Riboflavina (Vitamina B3)	0,073 mg. (5%)
Ácido pantoténico (Vitamina B5)	0,334 mg. (7%)
Vitamina B6	0,40 mg. (31%)
Ácido Fólico (Vitamina B9)	20 ug. (5%)
Vitamina C	8,70 mg. (15%)
Potasio (K)	400 mg.
Hierro (Fe)	0,26 mg. (2%)
Magnesio (Mg)	27 mg. (7%)
Manganeso (Mn)	0,27 mg. (14%)

Fuente: (Agrotendencia, 2021, p. 9)

### 2.3.4 Propiedades del banano

- Protege el corazón
- Su consumo contra el colesterol
- Previene calambres si se suministrada antes de cada ejercicio físico.
- Tiene efecto antiinflamatorio.
- Previene la deshidratación.
- Previene la acidez de estómago.
- Es rico en antioxidantes.
- Regula la función intestinal (Davila & Moreira , 2014, p. 24).

### **2.3.5 Aplicaciones del banano**

Las aplicaciones del banano son diversas y versátiles que se lo puede hacer de manera artesanal para obtener diversos productos como alcohol, jugos, mermeladas, jaleas, harina, puré, yogurt, batidos, postres, helados de crema, galletas, muffins, tortas, ensaladas y almidón. Además, la industrialización del banano es un proceso que sólo hay que deshidratar al banano, tratarlo y luego envasar las rodajas tipo snack, que se lo puede comer y conserva el potasio, que lo hace nutritivo (Lopez, 2016, p. 93).

## **2.4 Fibras solubles**

Las Fibras solubles es un tipo de fibra dietética que forman soluciones muy viscosas en agua tanto en el estómago como en el intestino delgado. Es decir, que se disuelve en agua para hidratarse y formar un gel durante la digestión en el tracto digestivo. Este tipo de fibra atrae o retiene el agua durante la digestión configurando geles debido a su estructura ramificada (Lohoz, 2018, p. 2). Los efectos de la fibra aumentan la biomasa bacteriana y la retención de agua que son los responsables de sus acciones sobre el metabolismo lipídico (Escudero & González, 2006, pp. 3-7). “Esta fibra está formada por un conjunto de componentes que ayuda a reducir los niveles de colesterol y glucosa en la sangre. Además, las fibras solubles actúan como prebiótico que sostiene la microflora del colon” (Gallego, 2016, p. 3).

La fibra soluble, una vez que abandona el estómago y llega al colon, es un sustrato altamente fermentable por el microbiota colónico desencadenando varios efectos beneficiosos como el control de la colesterolemia y de la glucemia. Debido a la acidez que produce dificulta el crecimiento de microorganismos patógenos en el intestino y presenta un efecto antiinflamatorio, con una acción protectora frente diferentes patologías del colon (colitis ulcerosa y cáncer de colon). Es por esta razón que este tipo de fibra se aconseja en casos de estreñimiento. Además, puede reducir el riesgo de padecer cáncer de colon porque tiene menor efecto sobre la masa fecal y sobre el estreñimiento que la fibra insoluble debido a su composición química presentan una escasa capacidad para retener agua y crear soluciones viscosas tanto en el estómago como en el intestino delgado (GAN, 2019, p. 3).

“La fibra soluble se encuentra principalmente en las frutas, frutos secos, cereales, legumbres, verduras y hortalizas. También, se encuentran en otros alimentos como la avena, cebada, caraotas, frijoles, mangos, manzanas, naranjas, zanahorias, linaza, psyllium y achicoria” (FAO, 2021, p. 1).

### **2.4.1 Funciones de la fibra soluble**

- Aumenta la sensación de saciedad que contribuye a una sensación de plenitud, lo que puede ayudar en el control del peso.
- Disminuye la absorción de ácidos grasos, colesterol y lípidos debido a la creación de geles viscosos y a la menor digestibilidad de los lípidos.
- Ayuda a mantener un mejor control glicémico.
- Efecto prebiótico.
- Ayuda a regular los niveles de glucosa en sangre, especialmente en personas con diabetes tipo 2.
- Mejora la composición bacteriana.
- Reduce el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares (GAN, 2019, p. 7).

### **2.4.2 Tipos de fibras solubles**

#### **2.4.2.1 Polydextrosa**

La Polidextrosa es un polímero sintético de carbohidratos que se logra a partir de la condensación aleatoria de D-glucosa, sorbitol y ácido cítrico en condiciones de vacío parcial y altas temperaturas. Es soluble en agua y no es absorbida en el intestino (Gutiérrez, 2014, p. 10). Se maneja en la industria alimentaria como un aditivo alimentario, conocido con el número E-1200, que tiene varias propiedades útiles (TSI, 2020, p.1). En donde, es altamente soluble en agua pero parcialmente soluble en solventes orgánicos. Además, un 90% de la composición de la Polidextrosa consiste en fibra soluble que actúa como prebiótico en el organismo humano de manera similar a la inulina y es resistente a la hidrólisis de las enzimas digestivas que provee varios beneficios a la salud (Rosero et al, 2013, p. 1).

Comercialmente se lo halla como polvo de color crema claro desodorizado que se encuentra disponible en el mercado como polvo y en solución al 70% y debe ser almacenado en lugares secos por debajo de los 40°C (Rosero, 2012, p. 10).

Se conoce con el nombre comercial de Litesse II o Polidextrosa super mejorada FCC o es conocida como poliglucosa o poli-d-glucosa, la Polidextrosa es un polvo amorfo, no cristalino, de bajo valor calórico (1 Kcal/g), parcialmente fermentable y de baja viscosidad en donde brinda cuerpo, textura y favorece las reacciones de Maillard. puede emplearse como sustituto de grasa o azúcar (Silva et al, 2020, p. 2).

- *Funciones*

La Polidextrosa presenta funciones como el aumento de la saciedad, la oxidación de sustratos y la mejora de las condiciones del microbiota intestinal, que contribuyen a la reducción de los niveles de glucosa, lípidos séricos y enfermedades crónicas. Además, es considerado como un prebiótico que favorece la función intestinal y contribuye a la mejora de las funciones fisiológicas (Silva et al, 2020, p.2). Debido a que desempeña una serie de funciones fisiológicas como moderar la ingesta de energía, la absorción de nutrientes y estimular la actividad bacteriana positiva del intestino (*lactobacillus* y *bifidobacterias*) (Rosero et al , 2013, p. 1).

- *Aplicaciones*

La Polidextrosa se la incorpora como un aditivo alimentario conocida por ser un agente espesante de bajo contenido calórico, siendo un sustituto de azúcar y grasas. Es un excelente agente de masa que permiten el desarrollo de alimentos ricos en fibra, en donde se puede utilizar para controlar la dulzura final del producto y reemplazar parte de las grasas manteniendo la textura que se espera de la versión original. Además, se lo puede utilizar en combinación con edulcorantes intensivos, como acesulfame K, térmicamente estable, y polialcoholes, como lactitol, para lograr el grado de dulzura deseado (Paglione, 2017, p. 32).

La Polidextrosa se utiliza como espesante, oscurecimiento, texturizador, estabilizante, humectante y agente para esponjar en una amplia variedad de alimentos y bebidas. Se caracteriza por su alta solubilidad en agua (80% p/p a 20 °C) que la diferencia de la mayoría de los carbohidratos complejos y polioles. Sus características fisicoquímicas le permiten ser un excelente reemplazo del azúcar, almidón y grasas, manteniendo la textura y palatabilidad deseadas en productos como helados y panificados (Demarchi, 2017, p. 33).

La Polidextrosa no tiene problemas de apariencia, textura, contestabilidad, viscosidad, sabor o afectación en la vida de anaquel, puede utilizarse en cualquier alimento mejorando la percepción del sabor en general. Es decir, su sabor es neutral y posee una agradable sensación bucal, que controla la formación de gluten (Paglione, 2017, p.31).

“La Polidextrosa puede ser aplicada en barras de cereales, botanas de cereales, confituras, chocolate, helados o postres, bebidas, caramelos, panes, pasteles y productos lácteos” (Paglione, 2017, p.33).

#### 2.4.2.2 Inulina

La inulina es un carbohidrato de reserva energética presente en más de 36 000 especies perteneciente a la familia *Asteraceae* que pertenece a los vegetales y en alimentos naturales tales como cebolla, ajo, alcachofa (alcaucil), espárragos, plátanos, dalia, yacón, frutas, cereales y la raíz de achicoria (Maza, 2015, p. 12). En donde, es el nombre con el que se designa a una familia de glúcidos complejos (polisacáridos), compuestos de cadenas moleculares de fructosa. Además, es un fructano lineal compuesto con moléculas de glucosa y fructosa unidad por enlaces beta (2→1) y alfa (1→2), respectivamente (Lara et al, 2017, p. 2). Es decir, los fructanos u oligosacáridos son carbohidratos compuestos mayoritariamente por fructosa, cuyo nombre común es arabino-2-hexulosa. Un fructano se encuentra en las raíces, tubérculos y rizomas de ciertas plantas fanerógamas, como sustancia de reserva. Su nombre procede de la primera planta de la que se aisló en 1804, el helenio (*Inula helenium*) (Alvarez et al, 2015, p.2).

La inulina es un carbohidrato de origen vegetal que son fuentes para la producción de inulina comercial. Además, la inulina tiene un bajo valor calórico debido a que no se digiere en el tracto gastrointestinal y contribuye aproximadamente el 25-30% de la energía que aportan los carbohidratos digeribles en donde tiene la capacidad de mejorar la biodisponibilidad de calcio y magnesio (Quitral et al, 2018, p. 4).

Este compuesto es considerado como agente prebiótico y por lo general utilizado como fibra dietética soluble, debido a que no se descompone por las enzimas propias del sistema digestivo humano, sino que es fermentado por microorganismos propios de la flora intestinal; por lo cual es eficaz en el tratamiento de trastornos del colon o estreñimiento (Lozada, 2023, p. 18). También, es un sólido que tiene una apariencia similar al almidón y altamente soluble en agua, mientras que su poder edulcorante y su solubilidad son variables dependiendo de su masa molecular lo que permite que se forme un gel, con sabor neutral y sin efecto residual (Fragoso, 2020, p. 3).

El grado de polimerización (GP) de la inulina, así como la presencia de ramificaciones, son propiedades importantes ya que influyen en la funcionalidad de la mayoría de las inulinas. Según el GP, se hace una distinción estricta entre la inulina de origen vegetal y de origen microbiano. El GP de la inulina en una planta es bastante bajo (máximo 200), mientras que la inulina bacteriana tiene un GP muy alto, puede alcanzar los 100 000 o más unidades de fructosa, por otra parte, esta inulina se encuentra muy ramificada (= 15 %). En la inulina procedente de la achicoria, n (el número de unidades de fructosa unidas a una glucosa terminal) puede variar de 2 a 70. Lo que



significa que es una mezcla de oligómeros y polímeros. El GP más alto de origen vegetal ha sido encontrado en la alcachofa globo (*Cynara scolymus*), por encima de 200 (Lara et al, 2017, p. 2).

**Tabla 2-8:** Contenido de inulina en algunas especies vegetales

Especie	Inulina (%)
Achicoria ( <i>Cichoriumintybus</i> )	10-15
Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> )	3-10
Dahlia ( <i>Dahlia spp</i> )	9-12,5
Espárrago ( <i>Asparagusoﬃcinalis</i> )	2-3
Puerro ( <i>Alliumporrum</i> )	3-10
Ñame o yam ( <i>Dioscorea spp</i> )	19-21
Ajo común ( <i>Alliumsativum</i> )	9-16
Agave ( <i>Agave spp</i> )	16-25

**Fuente:** (Lagua, 2022, p. 8)

En la actualidad, la presencia de ciertas cantidades de inulina o sus derivados en la formulación de un producto alimenticio es condición suficiente para que dicho producto pueda ser considerado como "alimento funcional", que por definición sería aquel que contiene un componente o nutriente con actividad selectiva beneficiosa, lo que le confiere un efecto fisiológico adicional a su valor nutricional. El efecto positivo a la salud se refiere a una mejoría de las funciones del organismo o a la disminución del riesgo de una enfermedad (Madrigal & Sangronis, 2023, p. 5).

#### - Funciones

La inulina se considera como un prebiótico que estimula el desarrollo de un grupo de bacterias en el colon (*bifidobacterias* y *lactobacilos*), con el fin de reducir el crecimiento de *E. coli* y bacterias de la especie *Clostridium spp* que pueden ser perjudiciales a la salud (Madrigal & Sangronis, 2023, p. 5).

La Inulina ayuda a conservar el equilibrio de la flora intestinal y posee acción directa sobre el sistema inmunológico, debido a que es una sustancia que tiene una serie de funciones en pro de la salud, dentro de las cuales se destacan la disponibilidad de minerales, el fortalecimiento de los mecanismos de defensa, el mejoramiento del metabolismo de lípidos, la prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes, obesidad, cáncer de colon y enfermedades relacionadas al tracto gastrointestinal así como un aumento en la absorción de calcio, la mejora del metabolismo de las grasas, la respuesta glicémica, desarrolla la biomasa fecal y la saciedad (Lagua, 2022, pp. 11-17).

#### - *Aplicaciones*

La inulina brinda múltiples usos como ingredientes en la formulación de distintos productos destinados a la alimentación gracias a sus ventajas nutricionales, funcionales y propiedades tecnológicas. Una de las aplicaciones específicas de la inulina es el desarrollo de productos simbióticos (Lozada, 2023, p. 18). En donde, se emplea en varios productos alimentarios como espesante, emulsificante, gelificante, sustituto de azúcares y de grasas, humectante, despendedor de punto de congelación y para darle humedad (Lara et al, 2017, p. 6). Además, es aplicada en helados, aderezos, barra de cereales, barras energéticas, tortas, mases, rellenos, bebidas no gaseosas, productos lácteos, pan, salsas, productos horneados, productos cárnicos, chóclate y para reemplazar la grasa en postres, así como para añadir fibra a productos alimenticios (Lagua, 2022, p. 18).

La inulina se comercializa con un grado de polimerización específico: de cadena larga (>20 unidades), que proporciona viscosidad y puede utilizarse como espesante o sustituto de grasa, o de cadena corta (< 10 unidades), que tiene capacidad edulcorante por lo que se ha utilizado como sustituto parcial de la sacarosa (Escobar, 2017, p. 6).

La Inulina se emplea en la alimentación de animales domésticos como son los perros y los gatos con el fin de disminuir malos olores en las heces fecales. Además, se han utilizado los oligosacáridos inulina y oligofructosa en la sustitución del uso de antibióticos profilácticos en pollos, conejos y cochinos. También, se están aplicando en la industria farmacéutica como material excipiente en tabletas, coadyuvante en vacunas, aditivos y como ingrediente estructurante en detergentes (Madrigal & Sangronis, 2023, p. 24).

#### 2.4.2.3 *Psyllium sp*

El Psyllium es una fibra dietética concertada principalmente por el 90 % de fibra soluble y por el 10% de fibra insoluble, derivada de las cascarras de las semillas de las plantas llamada Plántago Ovata, Plántago Psyllium y Plántago Indica, también conocida como zaragatona considerada como un material mucilaginoso preparado a partir de cascarras de semillas del género Plántago (Juárez, 2014, p. 3). La semilla de Psyllium se trata de una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las plantagináceas. La parte utilizada de la misma son las semillas, que contienen componentes activos en su cáscara y cutícula con sabor insípido y mucilaginoso (Gallo, 2013, p. 2).

El Psyllium es una planta cuya epidermis o cáscara de las semillas actúan como un mucílago hidrófilo que tiene la propiedad de aumentar 14 veces su volumen al dispersarse en agua,

formando un gel que no puede ser digerido por las enzimas gastrointestinales (Gallo, 2013, p. 18). En donde, contiene celulosa, polisacáridos, xilosa, ácido galacturónico, arabinosa, glucosa, manosa y galactosa (Sánchez, 2018, p. 4).

El Psyllium también es considerado como una fibra funcional mucilaginoso que tiene un efecto laxante en donde produce el aumento del bolo intestinal por lo que permanece intacta a nivel colónico y conserva su capacidad de retención de agua, haciendo las heces más voluminosas y blandas (Bustos & Medina, 2020, p. 3).

#### - *Funciones*

El Psyllium es un ingrediente natural, con propiedades funcionales similares a de la goma xantana, debido a su alto contenido en fibras. Exhibe una acción positiva que favorece el buen funcionamiento del tracto digestivo (Silva, 2018, p. 9). En donde, se lo nombra como agente creador de masa, debido a que una vez ingerida, se expande formando una masa gelatinosa que atrae el agua del colon que origina la eliminación fácil los desechos del colon. Además, posee efectos prebióticos que tiene la capacidad de nutrir y ayudar a proliferar a las bacterias beneficiosas de la microbiota intestinal. En donde, promueve la regulación de la función del intestino grueso y la reducción de los niveles de colesterol en la sangre (Figuerola, 2019, p. 10).

El Psyllium tiene un efecto laxante que aumenta el tamaño de las heces y por lo tanto ayuda a eliminar y prevenir el estreñimiento, la diarrea, el síndrome de intestino irritable (SII), el cáncer de colon, hipercolesterolemia y la diabetes. También, se emplea como coadyuvante de tratamientos adelgazantes debido a su poder hidratante saciígeno (Silva, 2018, p. 8).

#### - *Aplicaciones*

El Psyllium posee diversas propiedades funcionales como es la capacidad de retención de agua, está relacionada con la capacidad de la fibra para unir o retener el agua en su estructura. También, puede emplearse como emulsionante, espesantes y gelificante. Es decir, el Psyllium tiene propiedades funcionales interesantes que permiten desarrollar algunos productos. Es decir, es uno de los sustitutos del gluten más utilizados en la elaboración de panes comerciales sin gluten a nivel mundial (Sánchez, 2018, p. 5).

El Psyllium puede ser aplicado en productos de panadería como son los panes con gluten, panes sin, bizcochos, galletas, masas de pizzas, mayonesas, pastas, mermeladas, bebidas y postres lácteos (Silva, 2018, pp. 17-27).

## **2.5 Bebidas lácteas Fermentadas**

Las bebidas fermentadas son aquellas que se originan mediante el proceso de fermentación, por medio de la acción de microorganismos como bacterias o levaduras. Los microorganismos de estas bebidas son beneficiosos para la salud del consumidor proporcionándole un equilibrio a la microflora del intestino y se los conoce como bacterias probióticas (Hernández et al, 2018, p. 2). Las principales especies de probióticos que se integran en alimentos son bacterias capaces de producir ácido láctico pertenecientes a los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. También, se emplean otras especies de los géneros *Lactococcus*, *Streptococcus* y *Enterococcus*, así como cepas no patógenas de *E. coli* y ciertas cepas de bacilos y levaduras que pueden desenvolverse como probióticos. Además, al existir mayor contenido de probiótico mayor será la funcionalidad (Rondón et al, 2015, p. 4).

Las bebidas Fermentadas son aquellas procedentes de frutas o de cereales que, por acción de levaduras, el azúcar que contienen se transforma en alcohol, Ácido láctico u otros componentes. Algunas bebidas de este grupo son el vino, kombucha, kéfir, chicha, scoby y sake (Monereo et al, 2016, p. 3).

### **2.5.1 Leches Fermentadas**

#### **2.5.1.1 Leche Fermentada natural**

Según la (INEN 2395, 2011, p. 4) menciona que la leche fermentada natural es el producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, elaborado a partir de la leche, por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH. Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto para que al ser ingeridas favorecen la microflora intestinal hasta la fecha de vencimiento. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables. Comprende todos los productos naturales, incluida la leche fermentada líquida, la leche acidificada y la leche cultivada y al yogur natural, sin aromas ni colorantes.

#### **- Requisitos específicos**

Las leches fermentadas deben cumplir con los requisitos del contenido mínimo del cultivo del microorganismo específico (*Lactobacillus delbruekii subsp. bulgaricus* y *Streptococcus salivaris subsp. thermophilus*; *Lactobacillus acidophilus*, según sea el caso), y de bacterias prebióticas, hasta la fecha de vencimiento (INEN 2395, 2011, p. 7), de acuerdo con lo indicado en la tabla 2-9.

**Tabla 2-9:** Cantidad de microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación.

Producto	Yogur, kumis, kéfir, leche cultivada, leches fermentadas con ingredientes y leche fermentada concentrada	kéfir y kumis
	Mínimo	Mínimo
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido para cada producto	10 <sup>7</sup> UFC/g	
Bacterias probióticas	10 <sup>6</sup> UFC/g	
Levaduras		10 <sup>4</sup> UFC/g

Fuente: (INEN 2395, 2011, p. 7)

### 2.5.1.2 Leche fermentada con ingredientes

Son productos lácteos compuestos, que contienen un máximo del 30 % (m/m) de ingredientes no lácteos (tales como edulcorantes, frutas y verduras así como jugos, purés, pastas, preparados y conservantes derivados de los mismos, cereales, miel, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inoocuos) y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o luego de la fermentación (INEN 2395, 2011, p. 5).

## 2.6 Probiótico

Los probióticos son un número suficiente de microorganismos vivos no patógenos que incluyen principalmente a la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y a bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, sin embargo algunas formulaciones pueden incluir algunas cepas de *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Bacillus* y *Escherichia* (Bernal, Diaz & Gutierrez, 2017, p. 2). El término probiótico deriva del griego y significa “a favor de la vida” por qué al utilizarse en cantidades adecuadas tiene efectos positivos que perfeccionan el equilibrio microbiano intestinal, fortalecen el sistema inmune, inhiben bacterias patógenas, incluyen inducción a pH inferior a 4 y regulan el metabolismo de los lípidos. Además, los probióticos tienen la característica de llegar vivos al intestino en una concentración de 10<sup>6</sup> a 10<sup>7</sup> ufc/gramos (Cerero et al, 2023, pp. 2-3).

Los probióticos son principalmente bacterias ácido lácticas (BAL) que pertenecen a los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, por su capacidad de convertir los hidratos de carbono en ácido láctico como el único o principal producto de la fermentación de carbohidratos. En donde, las tres especies más utilizadas en la formación de nuevos productos probióticos son: *Lactobacillus*

*acidophilus*, *Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium spp* (Cediel & Restrepo, 2015, p. 13). A la bacterias se les realiza un proceso de selección (screening), evaluando su capacidad de resistir al pH ácido del estómago y a las enzimas digestivas y sales biliares del intestino, y también evalúa la existencia de actividades funcionales tales como actividades antioxidante, antiinflamatoria, antitumoral, analgésica, antibacteriana, que permiten a la cepa seleccionada ejercer sus efectos saludables. Además, los microorganismos probióticos deben cumplir con ciertas características de seguridad para que se mantengan vivos y colonicen el intestino (Cáceres & Gotteland, 2010, p. 2).

**Tabla 2-10:** Principales microorganismos usados como agentes probióticos

<i>Especies Lactobacillus</i>	<i>Especies Bifidobacterium</i>	<i>Otras especies</i>
<i>L. acidophilus</i>	<i>B. bifidum</i>	<i>Bacillus cereus</i>
<i>L. casei</i>	<i>B. longum</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>L. reuteri</i>	<i>B. breve</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>L. bulgaricus</i>	<i>B. infantis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
<i>L. plantarum</i>	<i>B. lactis</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>L. johnsonii</i>	<i>B. adolescentis</i>	
<i>L. lactis</i>		

**Fuente:** (Montijo, 2017, p. 12)

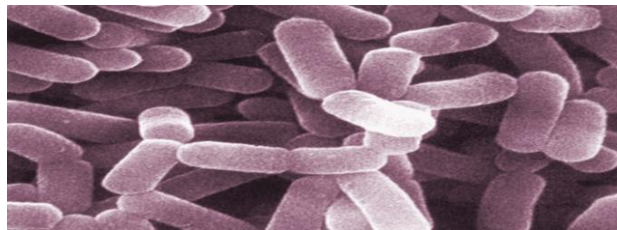
**Realizado por:** (Zambrano, 2023)

El término probiótico puede definirse como “un producto alimenticio” que contiene determinados microorganismos viables en número suficiente para alterar o modificar la flora intestinal original. Por esa razón, el desarrollo de los probióticos ha estado fuertemente impulsado por los avances en biotecnología (Castillo, 2016, p. 2). Además, los probióticos pueden ser considerados como "alimentos funcionales", es decir que poseen propiedad funcional definida que le otorga un valor agregado al producto y que entran en la categoría de "Alimentos funcionales", como es el Yogur, Kéfir, Kombucha y Miso, debido a que poseen beneficios para la salud del consumidor. En donde, la fermentación en bebidas probióticas no lácteas se realiza para prevenir el deterioro y proporciona un medio para obtener un producto seguro e inocuo (Cáceres & Gotteland, 2010, p. 2).

### 2.6.1 *Lactobacillus casei*

El *Lactobacillus* es un género muy heterogéneo que abarca bacterias con una amplia gama de propiedades bioquímicas y fisiológicas para varios ecosistemas de alimentos, con el fin de mejorar la calidad de estos, promover la salud humana y animal. Es el más grande de los que pertenecen a la familia BAL, con 185 especies descritas de forma válida en la literatura (Cordona & López, 2019, p. 3). El género *Lactobacillus* son bacilos largos y extendidos, aunque con frecuencia pueden observarse bacilos cortos o cocobacilos Gram (+), no esporulados. Además, son aerotolerantes o anaerobios, su metabolismo es estrictamente fermentativo (Montijo, 2017, p. 12).

El *Lactobacillus casei* es una bacteria probiótica Gram (+), anaerobia facultativa y tolerantes a condiciones aerobias, se determinan por ser normalmente inmóviles y no esporulada, actúa bajo un metabolismo hetero-fermentativo, dando como principal producto metabólico el ácido láctico. Además, estos microorganismos se localizan de forma natural en una serie de vegetales fermentados, leche, carne, boca, intestino y ambiente (Brito & Vásquez, 2019, p.11). En donde, tienen forma basilar y un tamaño entre 0.7- 1.1 x 2.0 – 2.4 µm. También, pueden crecer en valores de pH de 3-4 y a temperatura óptima de desarrollo de 35 a 40°C, tiene una alta resistencia a la acidez lo que les permite seguir creciendo durante fermentaciones lácticas que se dan naturalmente y es capaz de resistir al ácido de la bilis (Villacis, 2022, p. 9).



**Ilustración 2-7:** Morfología del *Lactobacillus casei*.

**Fuente:** (Villacis, 2022, p. 9)

#### 2.6.1.1 Taxonomía

**Tabla 2-11:** Taxonomía del *Lactobacillus casei*

Reino	Bacteria
División	<i>Firmicutes</i>
Clase	<i>Bacilli</i>
Orden	<i>Lactobacillales</i>
Familia	<i>Lactobacillaceae</i>
Género	<i>Lactobacillus</i>
Especie	<i>L. casei</i>
Nombre Binominal	<i>Lactobacillus casei</i>

**Fuente:** (Villacis, 2022, p. 9)

**Realizado por:** (Zambrano, 2023)

#### 2.6.1.2 Funciones

Los *Lactobacillus casei* son muy eficaz para equilibrar la microflora intestinal, prevenir los trastornos intestinales, regular el sistema inmune, mejoran la tolerancia a la lactosa, reducen los niveles de pH en el sistema digestivo e impide el crecimiento de bacterias perjudiciales y poseen una potente acción antidiarreica (Velasquez et al , 2015, p. 2).

### 2.6.1.3 Aplicaciones

Industrialmente, el *Lactobacillus casei* tiene aplicaciones como probióticos en humanos, como es para lácteos fermentados, fermentación de leche, yogurt, kéfir, embutidos, vegetales encurtidos y para la aceleración de desarrollo de sabores en ciertas variedades de quesos madurados con bacterias (Velásquez et al, 2015, p. 2).

## 2.7 Prebiótico

Los prebióticos son ingredientes alimenticios funcionales determinados como carbohidratos no digeribles (Oligosacáridos y polisacáridos), debido a que las enzimas del intestino humano no pueden hidrolizarlas. Son de cadena corta y de bajo peso molecular que pueden estar presentes de forma natural en alimentos como en la leche, miel, así como en hortalizas, verduras, frutas, cereales, legumbres y frutos secos. En donde, se pueden obtener por extracción directa mediante solubilización en agua o soluciones acuosas y por tratamientos químicos o enzimáticos por medio de la hidrólisis enzimática de inulina para obtener los fructooligosacáridos (FOS) (Corzo et al, 2015, p. 3).

Los prebióticos son fibras dietarias que provocan un estado de fermentación para estimular el incremento de los probióticos. También, este tipo de fibra se han incorporado como suplementos en muchos alimentos (Martínez et al, 2019, p. 3). Además, para que se considerado como prebiótico debe cumplir con tres características como la resistencia a la acidez gástrica, a la hidrólisis por enzimas digestivas de mamíferos, y a la absorción en el tracto gastrointestinal superior; ser fermentado por la microbiota intestinal; y por último la estimulación selectiva del crecimiento de aquellas bacterias intestinales que contribuyen a la salud y el bienestar (Triviño, 2020, p. 3).

Los prebióticos se definen como cadenas de oligosacáridos, los cuales son clasificados de acuerdo con tipo de azúcar presente, siendo los más destacados los Galactooligosacáridos (GOS), Fructooligosacáridos (FOS), Isomalto-oligosacárido (IMO) y Xilooligosacáridos (XOS) (Martínez et al, 2019, p. 3). También, incluyen a la miel, almidón resistente, lactitol, inulina, povidex, lactulosa, oligosacáridos de la soja (SOS), sorbitol, psyllium, oligofructosa, gomas y pectinas (Castañeda, 2018, p. 3).

Los prebióticos afectan de manera positiva al huésped debido a que estimulan el crecimiento y la actividad de ciertas bacterias beneficiosas que están presentes en el colon, especialmente las *bifidobacterias* y los *Lactobacillus* que mejoran la salud del huésped. Estos compuestos actúan



como alimento para las bacterias beneficiosas en el tracto gastrointestinal y causan un equilibrio saludable del microbiota intestinal. Además, son esenciales para el funcionamiento óptimo del sistema digestivo, mejoran la absorción de carbohidratos en el intestino delgado así como en el metabolismo de lípidos y glucosa, generan un pH óptimo, aumentan el volumen del bolo fecal, fortalecen el sistema inmunológico y regulan el tránsito intestinal (Cediel & Restrepo, 2015, p. 21).

Los prebióticos a través del tiempo han tomado importancia en la industria alimenticia ya que tienen el potencial para mejorar la calidad de varios alimentos, en cuanto características fisicoquímicas, cualidades de sabor. También, tienen propiedades benéficas para la salud del consumidor. Además, la mayoría de los prebióticos se utilizan como ingredientes de alimentos en galletas, cereales, panes, helados, postres de leches, bebidas, chocolate, cremas de untar, alimentos y suplementos para animales (Cediel & Restrepo, 2015, pp. 21-22).

## **2.8 Simbiótico**

Los productos simbióticos son los que combinan ingredientes probióticos y prebióticos. En donde, el prebiótico se manipula para facilitar el crecimiento y viabilidad de las bacterias probióticas, y estimular activamente la microbiota beneficiosa en el tracto gastrointestinal humano. Es decir que los prebióticos son compuestos que actúan como alimento para los probióticos. Aparte, el efecto fisiológico de los prebióticos está relacionado con un aumento de la viscosidad del contenido del tracto gastrointestinal, reduciendo la tasa de vaciamiento gástrico y aumentando la absorción de nutrientes. En cambio, los probióticos son microorganismos vivos beneficiosos para el sistema digestivo, con el fin de modificar la flora intestinal y su metabolismo (Cediel & Restrepo, 2015, p. 13). Además, los simbióticos son considerado como alimentos funcionales, es decir, son aquellos alimentos que producen efectos beneficiosos distintos a su valor normal nutricional, siendo de gran importancia debido a que existen enfermedades que atribuyen a una microbiota intestinal alterada (Martínez et al, 2019, p. 2).

Los productos simbióticos pueden ser de dos tipos como son los complementarios los cuales son una mezcla de probióticos y prebióticos que actúan sobre los microorganismos autóctonos del huésped sin necesariamente interactuar entre ellos y los sinérgicos en los que el sustrato prebiótico es selectivamente utilizado por el microorganismo probiótico coadministrado. Así, los simbióticos sinérgicos representan una ventaja a la hora de desarrollar productos con inclusión de probióticos por que mejoran su viabilidad durante la fermentación y el almacenamiento de este tipo de productos (Palencia, 2022, pp. 33-34).

## **2.9 Alimentos funcionales**

Los alimentos funcionales son los productos alimenticios de origen animal y vegetal que contienen ingredientes bioactivos tales como prebióticos, probióticos, antioxidantes, vitaminas, minerales, fitoesteroles y ácidos grasos de manera natural o adicionados intencionalmente a los alimentos para elaborar un producto funcional. Es decir, contienen componentes biológicamente activos los cuales cumplen efectos beneficiosos y proporcionan nutrientes esenciales para mejorar la salud del individuo y reducir enfermedades (Martínez et al, 2019, p. 2). Además, se define como alimentos naturales o procesados que contienen componentes químicos en pequeñas cantidades que se consideran extra-nutricionales y se consideran la columna vertebral de la eficacia de los alimentos funcionales (Zamora & Barboza , 2021, p. 2).

Los alimentos que contienen un probiótico y prebiótico, es decir, alimentos simbióticos, son denominados alimentos funcionales (Ricaurte, Rodas & Mármol, 2017, p. 2). Además, son el conjunto de alimentos fermentados por bifidobacterias y lactobacilos debido a que la mayoría de los productos alimenticios probióticos se catalogan como alimentos funcionales (Fuentes, Acevedo & Gelvez , 2015, p. 3).

Los alimentos funcionales distribuyen efectos benéficos a la salud y la actividad metabólica de la microbiota intestinal. Es decir, son los que ejercen un papel preventivo de forma que reducen algunos factores de riesgo que abren paso a la aparición de enfermedades o síndromes que se atribuyen a una microbiota intestinal alterada. Por esa razón, son parte de una dieta equilibrada, sana y de forma regular. Debido a que tienen efectos positivos en el sistema inmunológico, la salud cardiovascular, la digestión, el control de la obesidad y diabetes, la prevención del cáncer al colon y síndrome del intestino irritable (Ladino, 2021, p. 5).

Los alimentos funcionales se pueden identificar como alimentos de diseño, productos nutraceuticos, alimentos genéticamente diseñados, farmalimentos, vitalimentos, fitoalimentos o fitonutrientes, alimentos de alto rendimiento, alimentos inteligentes, alimentos terapéuticos, alimentos de valor añadido, alimentos genómicos, prebióticos, probióticos, simbióticos, alimentos superiores, alimentos hipernutritivos, alimentos reales (Viveros, 2019, p. 13).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Localización y duración del experimento

El proyecto de investigación se realizó en el laboratorio de Alimentos, mientras que los análisis se llevaron a cabo en los laboratorios de Ciencias Biológicas y Bromatología ubicados en la facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que se encuentra ubicada en la panamericana Sur Km 1 ½.

Esta investigación experimental tuvo una duración de 60 días aproximadamente.

#### 3.2 Unidad experimental

Cada unidad experimental estuvo formada por 1 litro de bebida simbiótica, teniendo un total de 27 litros con diferentes niveles de pulpa de banano y enriquecida con tres tipos de fibras solubles, fermentado el lactosuero con *Lactobacillus casei*.

#### 3.3 Materiales, equipos, reactivos e insumos

##### 3.3.1 *Materiales*

- Mandil
- Guantes
- Mascarilla
- Cofia
- Acá de siembra
- Probeta
- Matraces
- Bureta
- Cuchillo
- Cuchara
- Varilla de agitación
- Frascos para muestras
- Jeringa desechable

- Espátula
- Hisopos de madera
- Soporte universal
- Pinzas
- Pera de succión
- Cajas Petri
- Pipetas
- Pipetas Pasteur
- Micropipetas
- Gradillas
- Tubos de ensayo
- Ollas
- Jarras plásticas
- Baldes de plásticos
- Frascos de vidrios con tapas
- Frasco termo-resistente
- Tela para colar
- Toallas de cocina
- Papel aluminio
- Fundas ziploc
- Marcador

### **3.3.2 *Equipos de laboratorio***

- Balanza analítica
- Agitador Vortex
- Refrigeradora
- Cocina de industrial
- Licuadora
- Cuenta colonias
- Reverbero eléctrico
- Termómetro
- pHmetro
- Incubadora
- Autoclave

- Refractómetro digital
- Desecador
- Mechero Bunsen
- Estufa

### 3.3.3 *Reactivos*

- Fenolftaleína
- NaOH 0,1 N
- Agua destilada
- Ácido bórico
- Alcoholes 96 %
- Alcohol 86%
- Alcohol 70%
- Ácido sulfúrico
- HCl 0.1N
- Zn granallas
- Agares (Mac Conkey Agar, Agar PDA, Agar Cristal Violeta-rojo, Agar MRS)

### 3.3.4 *Insumos*

- Lactosuero
- Cepa de Lactobacillus casei
- Pulpa de banano
- Fibras solubles ((Polydextrosa, Inulina y Psyllium sp)
- Azúcar

## 3.4 **Tratamientos y Diseño experimental**

Se evaluaron el efecto de los niveles de pulpa de banano (3%, 6% y 9%), con diferentes tipos de fibras solubles, utilizándose 3 repeticiones por lo que se obtuvo un total de 27 unidades experimentales que fueron distribuida bajo un diseño completamente al azar en arreglo combinatorio, en donde el factor A corresponde a los diferentes niveles de pulpa de banano y el factor B a los tipos de fibras solubles, como se puede identificar en la tabla 3-1 del esquema del experimento.

**Tabla 3-1:** Esquema del experimento

% de pulpa de banano (Factor A)	Tipo de fibras solubles (Factor B)	Código	Repeticiones	*T.U. E	L/TRAM
3%	Polydextrosa	A1B1	3	1	3
	Inulina	A1B2	3	1	3
	Psyllium	A1B3	3	1	3
6%	Polydextrosa	A2B1	3	1	3
	Inulina	A2B2	3	1	3
	Psyllium	A2B3	3	1	3
9%	Polydextrosa	A3B1	3	1	3
	Inulina	A3B2	3	1	3
	Psyllium	A3B3	3	1	3
<b>TOTAL, Litros bebida simbiótica</b>					<b>27</b>

\*T.U. E: Tamaño de la Unidad Experimental, 1 Litro

Realizado por: (Zambrano, 2023)

Para el análisis de los resultados se empleó el siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_{ij} * B_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = Valor del parámetro en determinación.

$\mu$  = Valor de la media general.

$A_i$  = Efecto de los niveles de porcentaje de la pulpa de banano.

$B_j$  = Efecto de los tipos de fibra solubles.

$A * B_{ij}$  = Efecto de la interacción de los niveles de pulpa de banano con las fibras solubles.

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental.

### 3.5 Mediciones experimentales

#### 3.5.1 Análisis fisicoquímicos

- pH
- Acidez Total (%)
- Proteína (%)
- Sólidos solubles (°Brix)
- Contenido de fibra soluble (%)

### **3.5.2 *Análisis microbiológicos***

- Recuento de *Escherichia coli* (UFC/ml)
- Recuento de Coliformes totales (UFC/ml)
- Recuento de Mohos y levaduras (UFC/ml)
- Conteo de Bacterias Probióticas (UFC/ml)

### **3.5.3 *Análisis sensorial***

- Textura (5 Puntos)
- Color (5 Puntos)
- Olor (5 Puntos)
- Sabor (5 Puntos)

### **3.5.4 *Análisis económico***

- Costos de producción (USD/L)
- Beneficio/Costo

## **3.6 Análisis Estadísticos y Pruebas de significancia**

Los resultados experimentales obtenidos se analizaron mediante las siguientes pruebas estadísticas.

- Análisis de varianza para las diferencias (ADEVA).
- Separación de medias mediante la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).
- Análisis de Kruskal-Walis para las variables no paramétricas (Sensoriales).

En la tabla 3-2 se puede identificar el esquema utilizado para el análisis de varianza (ADEVA), que se aplicó al diseño completamente al azar bajo un modelo experimental bifactorial.

**Tabla 3-2:** Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Formula	Grados de libertad
Total	(n-1)	26
Factor A	(a-1)	2
Factor B	(b-1)	2
AxB	(a-1)(b-1)	4
Error	(n-1)-(FA-FB-AxB)	18

Realizado por: (Zambrano, 2023)

### 3.7 Procedimiento Experimental

En la tabla 3-3 se puede identificar las formulaciones utilizadas para cada tratamiento. En donde se encuentran las cantidades aplicadas en la elaboración de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano y enriquecida con tres tipos de fibras solubles.

**Tabla 3-3:** Formulación de la bebida simbiótica

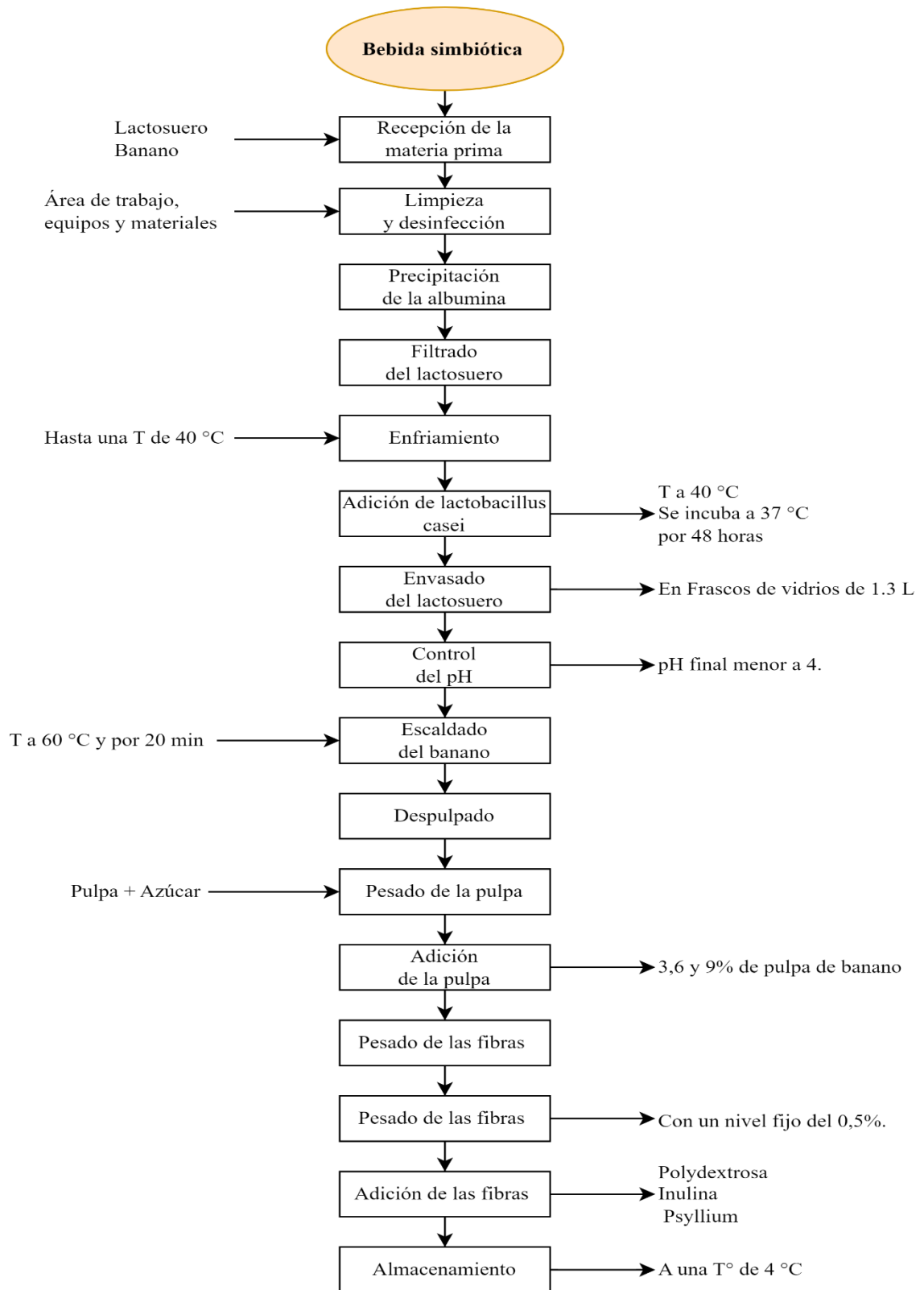
Insumos	Tratamientos								
	3%			6%			9%		
	Polidext rosa	Inulina	Psyllium	Polidext rosa	Inulina	Psyllium	Polidext rosa	Inulina	Psyllium
Lactosuero (L)	2,80	2,80	2,80	2,62	2,62	2,62	2,44	2,44	2,44
Pulpa de banano (Kg)	0,09	0,09	0,09	0,18	0,18	0,18	0,27	0,27	0,27
Fibra solubles (Kg)	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
<i>Lactobacillus Casei</i> (Kg)	0,00033	0,00033	0,00033	0,00033	0,0003 <sup>3</sup>	0,00033	0,00033	0,00033	0,00033
Azúcar (Kg)	0,09	0,09	0,09	0,18	0,18	0,18	0,27	0,27	0,27
<b>Total</b>	<b>3 L</b>	<b>3 L</b>	<b>3 L</b>	<b>3 L</b>	<b>3 L</b>	<b>3 L</b>	<b>3 L</b>	<b>3 L</b>	<b>3 L</b>

Realizado por: (Zambrano, 2023)

#### 3.7.1 *Elaboración de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano y enriquecida con tres tipos de fibras solubles*

Para la elaboración de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano y enriquecida con tres tipos de fibras solubles se realizó el siguiente procedimiento como se muestra en la ilustración 3-1 del diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida simbiótica.





**Ilustración 3-1:** Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano y enriquecida con tres tipos de fibras solubles.

**Realizado por:** (Zambrano, 2023)

#### 3.7.1.1 *Recepción de la materia prima*

Se procedió a comprar la materia prima e insumos, en donde se verificó que el banano y el lactosuero se encuentre en buen estado para la elaboración de la bebida simbiótica.

#### 3.7.1.2 *Limpieza y desinfección*

Se limpió y desinfectó toda la área de trabajo, equipos y materiales para realizar la elaboración de la bebida. Limpieza y desinfección.

#### 3.7.1.3 *Precipitación de la albumina*

El suero obtenido del proceso de elaboración de queso fresco sin sal se colocó en una olla y se lo pasteuriza a 70 °C durante 20 min hasta que la albumina se precipite, una vez que ocurrió esto se la separó del suero.

#### 3.7.1.4 *Filtrado del lactosuero*

El lactosuero se pasó por una tela de colar para eliminar residuos de quesos.

#### 3.7.1.5 *Enfriamiento*

Luego se llevó a enfriar el lactosuero hasta que llegue a una temperatura de 40 °C para después adicionar el cultivo probiótico.

#### 3.7.1.6 *Adición de *Lactobacillus casei**

Se peso 3 gramos de *Lactobacillus casei* (Bacteria probiótica) para los 27 litros de suero de leche. En donde se mezcla el lactosuero con la bacteria probiótica, tomando en cuenta la temperatura de 40 °C para realizar este proceso y se incubó a 37 °C durante 48 horas.

#### 3.7.1.7 *Envasado del lactosuero*

Se envasó manualmente el lactosuero con el probiótico en los 27 frascos de vidrios de 1.3 litros para llevar a incubar a la estufa de bromatología, teniendo en cuenta que el pH final deba de ser menor a 4.

#### *3.7.1.8 Control del pH*

Para este proceso se extrajo un cantidad mínima del lactosuero de la estufa en frascos para muestras para evitar la contaminación. y se mide el pH en donde debe de ser menor a 4.

#### *3.7.1.9 Escaldado del banano*

Se lavo el banano y luego se realizó el tratamiento de escaldado con agua a una temperatura de 65 °C por 20 minutos al banano con cascara para detener la actividad enzimática de la fruta.

#### *3.7.1.10 Despulpado*

Con la ayuda de una licuadora se realizó el despulpado del banano para tener una mayor eficacia en el proceso.

#### *3.7.1.11 Pesado de la pulpa*

Se pesó la pulpa de acuerdo con la cantidad requerida por cada tratamiento. y se incluyó azúcar en una relación 1:1.

#### *3.7.1.12 Adición de la pulpa*

Se adiciono la pulpa a razón del factor A que corresponden a los niveles de pulpa de banano (3%, 6% y 9%).

#### *3.7.1.13 Pesado de las fibras solubles*

Se peso los 5 gramos que corresponde al nivel fijo del 0,5% que se estableció para cada uno de los tratamientos.

#### *3.7.1.14 Adición de las fibras solubles*

Se adiciono las fibras al lactosuero de acuerdo con el factor B que corresponde a los tipos de fibras solubles (Polydextrosa, Inulina y Psyllium). En donde se mezcló para que se homogenice junto con el lactosuero y pulpa de banano.

### 3.7.1.15 Almacenamiento

Finalmente, la bebida simbiótica se almacenó en condiciones normales de refrigeración a una temperatura de 4°C, con la finalidad de tener una vida de anaquel máxima de 8 días y mantener las propiedades organolépticas de la bebida.

## 3.8 Metodología de Evaluación

### 3.8.1 Análisis fisicoquímicos

#### 3.8.1.1 Determinación de pH

Se aplicó la Norma (INEN 389, 1985, p. 2) para la determinación del pH.

- Se efectuó la determinación por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Se comprobó el correcto funcionamiento del potenciómetro.
- Se colocó en el vaso de precipitación aproximadamente 10 g o 10 cm<sup>3</sup> de la muestra preparada.
- Se determinó el pH metiendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra.

#### 3.8.1.2 Determinación de Acidez Total

Para determinar la acidez total en la bebida “Simbiótica” se empleó la norma (INEN 13, 1984, pp. 4-5). Que trata sobre la determinación de la acidez titulable en leche.

- La determinación se realizó por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Se lavó cuidadosamente y se secó el matraz Erlenmeyer.
- Se puso la muestra al matraz Erlenmeyer y se pesó alrededor de 5 ml de muestra.
- Se agregó 2 cm<sup>3</sup> de solución indicadora de fenolftaleína.
- Después se agregó, lentamente y con agitación, la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, justamente hasta conseguir un color rosado persistente.
- Luego se continuó agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 s.
- Después se leyó en la bureta el volumen de solución empleada, con aproximación a 0,05 cm<sup>3</sup>.

## Calculos

La acidez titulable de la leche se calcula mediante la ecuación siguiente. El factor 0,090 de la ecuación de cálculo es exacto.

$$A = 0,09 \frac{V \times N}{m1 - m} * 100$$

Donde:

A = acidez titulable de la leche, en porcentaje en masa de ácido láctico (ver Anexo A).

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm<sup>3</sup>.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m = masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g.

m1 = masa del matraz Erlenmeyer con la leche, en g.

### 3.8.1.3 Determinación de Proteína

Para la determinación del % de proteína, se empleó el procedimiento de la norma (INEN 16, 2015, pp. 4-5).

- La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Se llevó la muestra a una temperatura de 4°C.
- Se pesó un aproximado de 0,1 mg, aproximado 5 g de muestra.
- Se transfirió la muestra a un matraz Kjeldahl y se agregó un catalizador que conllevó 0,7 g de óxido mercuríco y 15 g de sulfato de potasio en polvo.
- Posterior se agregó 25 cm<sup>3</sup> de ácido sulfúrico concentrado y con esto un trozo de parafina para evitar la formación de espuma durante la digestión.
- Se agitó el matraz y se colocó de forma inclinada en la hornilla del aparato de Kjeldahl, se calentó hasta observar espuma y se aumentó el calentamiento hasta que el contenido en el matraz hirvió uniformemente, se mantuvo durante 30 minutos y se dejó enfriar.
- Se procedió a agregar 200 cm<sup>3</sup> de agua destilada y se enfrió la mezcla hasta 25 °C, luego se agregó 25 cm<sup>3</sup> de solución de sulfuro alcalino y se agitó hasta precipitar el mercurio.
- Se agregó unas granallas de zinc para evitar proyecciones durante ebullición.
- Se inclinó el matraz y se vertió por todas sus paredes, formando dos capas, se agregó 50 cm<sup>3</sup> de solución concentrada de hidróxido de sodio para alcanzar un mayor grado de alcalinidad.

- Se conectó el matraz Kjeldahl al condensador mediante la ampolla de destilación. El extremo de salida del condensador debió estar sumergido en 50 cm<sup>3</sup> de la solución 0,1 N de ácido sulfúrico contenida en el matraz Erlenmeyer de 500 cm<sup>3</sup> a la que se agregó unas gotas de solución alcohólica de rojo de metilo.
- Se agitó el matraz hasta homogeneizar el contenido y después se calentó.
- Se destiló hasta que toda la solución haya pasado la solución ácida contenida en el matraz Erlenmeyer.
- Con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, se tituló el exceso de ácido en el matraz.

### Calculos

El contenido de proteínas en la leche se calcula mediante la ecuación siguiente

$$P = (1,40) (6,38) \frac{(V_1N_1 - V_2N_2) - (V_3N_1 - V_4N_2)}{m}$$

Donde

P = contenido de proteínas en la leche, en porcentaje de masa.

V<sub>1</sub> = volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm<sup>3</sup>.

N<sub>1</sub> = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V<sub>2</sub> = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm<sup>3</sup>.

N<sub>2</sub> = normalidad de la solución de hidróxido de sodio,

V<sub>3</sub> = volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm<sup>3</sup>.

V<sub>4</sub> = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación del ensayo en blanco, en cm<sup>3</sup>.

m = masa de la muestra de la leche, en g.

#### 3.8.1.4 Determinación de sólidos solubles

Para la determinación del contenido de los sólidos solubles en grados °Brix se utilizó el procedimiento de la norma (INEN 380, 1985, p. 2). La determinación se realizó por duplicado sobre la misma muestra de laboratorio.

- Se ajustó la circulación de agua del refractómetro a una temperatura requerida entre 15 y 25°C.
- Se colocó de 2 a 3 gotas de la muestra en el prisma fijo del refractómetro y se ajustó el prisma móvil. Continuó la corriente de agua durante el tiempo que sea necesario, hasta que el ensayo alcanzó la temperatura requerida, que debe estar constante en un rango de  $\pm 0,5$  °C.
- Se leyó el valor del índice de refracción o el porcentaje en masa de sacarosa, según el instrumento que se haya usado.

### 3.8.1.5 Determinación del contenido de fibra

Para la determinación del contenido de fibra soluble se aplicó de acuerdo con el estudio de (Almeida, Aguilar & Hervert, 2014, p. 1) que trata sobre la fibra y sus beneficios a la salud.

### 3.8.2 Análisis microbiológico

En la tabla 3-4 se puede observar los métodos aplicados para los análisis microbiológicos de la bebida simbiótica.

**Tabla 3-4:** Métodos para determinar los parámetros microbiológicos de la bebida simbiótica

Microorganismos	Tipo de medio de cultivo	Temperatura Óptima	Tiempo de cultivo
Escherichia coli	Mac Conkey Agar	37 °C	24 h
Coliformes totales	Agar Cristal Violeta-rojo	37°C	24 h
Mohos y levaduras	Agar PDA	30°C	48 h
Bacterias Probióticas	Agar MRS	37 °C	48 h

**Realizado por:** (Zambrano, 2023)

#### 3.8.2.1 Siembra

- En primer lugar se realizó el cálculo para conocer la cantidad de agua y agar a utilizar. En donde se mide la masa del agar y se lo añade en un frasco termorresistente con el agua destilada previamente añadida. Luego se preparó el agar de acuerdo con el número de cajas Petri que se vayan a sembrar, para la bebida simbiótica se utilizó el agar MacConkey, agar Cristal Violeta-rojo, agar PDA y agar MRS. Después se preparó los tubos de ensayos para luego colocar 9 ml de agua destilada, en donde se colocó en cada tubo de ensayo.
- Después se colocó las cajas petri, tubos de ensayo, hisopos cubiertos con papel aluminio, puntas para micropipetas, vasos de precipitación cubiertos con papel aluminio y el agar en

agua destilada en frascos termorresistente en el autoclave para esterilizar, cuando la temperatura llego a 120°C, se esperó por 15 minutos para apagarlo y dejar salir la presión de aire.

- Luego se procedió a realizar las diluciones a la menos 3 de las muestras en los tubos de ensayo. Con la ayuda de una micropipeta y de las puntas se pone 1 ml de muestra en los tubos de ensayo con 9 ml de agua destilada así se efectúa de forma sucesiva, de acuerdo con las correspondientes diluciones. En las cajas de petri, se colocó 10 ml de agar y se ejecutó movimientos para que quede completamente mezclado y inmediatamente se esperó hasta que se solidifique, de ahí con ayuda de un hisopo se procedió a tomar muestra. Luego con el hisopo que se tomó la muestra se siembra en la caja petri de izquierda a derecha en zigzag.

### 3.8.2.2 Incubación y Conteo

#### - Incubación

Se colocó las cajas Petri en la incubadora a 37 °C, para *Escherichia Coli* y Coliformes se dejó en la incubadora por 24 horas. En cambio, para mohos y levaduras, y bacterias probióticas se dejó en la incubadora por 48 horas.

#### - Conteo

Por último, se colocó la caja de petri boca arriba sobre él cuenta colonias y se procede a realizar cuadrados, siguiendo la guía de la cuenta colonias se escoge 3 cuadrantes, el que asuma la mayor cantidad de colonias (carga alta), seguido por el que posea la mitad de las colonias (carga media) y el que tenga la menor cantidad de colonias (carga baja). En donde, se aplica la siguiente fórmula.

#### Calculos

$$\text{N}^\circ \text{ Colonias} = \frac{\text{CA} + \text{CM} + \text{CB}}{3} * 65$$

Donde:

CA: Carga alta

CM: Carga media

CB: Carga baja



### 3.8.2.3 Recuento de *Escherichia coli* (UFC/ml)

Para realizar el conteo de *Escherichia Coli* en las muestras de la bebida simbiótica se determinó por medio del agar Mac Conkey agar y se tomó en cuenta la metodología que se menciona en la norma (INEN 1529-8, 2012, pp. 2-5).

### 3.8.2.4 Recuento de Coliformes totales (UFC/ml)

Para realizar el conteo de Coliformes totales se determinó por medio del agar Cristal Violeta-rojo. En donde, se tomó en cuenta la metodología y el procedimiento que se menciona en la norma (INEN 1529-7, 2013, pp. 2-3).

### 3.8.2.5 Recuento de Mohos y levaduras (UFC/ml)

Para realizar el conteo de mohos y levaduras de las muestras de la bebida simbiótica en donde se utilizó el agar PDA. Los mohos y levaduras se acrecientan a partir de un gramo o centímetro cúbico de muestra, en un medio incubado entre 22°C y 25°C. Es decir, se utilizó la metodología de la norma (INEN 1529-10, 2013, pp. 2-4).

### 3.8.2.6 Conteo de Bacterias Probióticas (UFC/ml)

Para la determinación de las bacterias probióticas se utilizó el Agar MRS y se tomó como referencia la normativa (INEN 2395, 2011, p. 7). Además, para el cálculo de las bacterias probióticas se estableció las siguientes dos fórmulas:

#### Calculos

$$\text{UFC/ml} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de colonias} * \text{el factor de dilución}}{\text{ml de muestra sembrada}}$$

$$N = \frac{\Sigma C}{V (n1 + 0,1m2) d}$$

Donde:

$\Sigma C$ = suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegida.

n1 = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada.

m2 = número de placas contadas de la segunda dilución selecta.

d = dilución de la cual se consiguieron los primeros recuentos, por ejemplo 10<sup>2</sup>.

V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

### 3.8.3 *Análisis sensorial*

Para el análisis del nivel de aceptabilidad de la bebida simbiótica se realizó una prueba de aceptabilidad que se la aplico a 30 panelistas no entrenado, la prueba se ejecutó con la utilización de escala hedónica en donde se evaluó 4 atributos sensoriales (textura, color, olor y sabor), en pie a la escala hedónica de 5 puntos, el nivel de agrado de “me gusta mucho” tiene una puntuación de 5 y el nivel de agrado de “me disgusta mucho” tendrá una puntuación de 1. En donde, tomó como referencia el estudio realizado por (Cunha et al, 2013, pp. 3-4).

**Tabla 3-5:** Puntajes del nivel de agrado de la bebida simbiótica

Nivel de agrado	Me gusta mucho	Me gusta moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta moderadamente	Me disgusta mucho
Puntaje	5	4	3	2	1

Realizado por: (Zambrano, 2023)

### 3.8.4 *Análisis económico*

#### 3.8.4.1 *Costos de producción (USD/L)*

La determinación del costos de producción por cada 1L se sumó el total de todos los costos y gastos generados en la elaboración de la bebida simbiótica.

$$\text{Costo de producción} = \frac{\text{Total de egresos}}{\text{Cantidad de litro de bebida simbiótica}}$$

#### 3.8.4.2 *Beneficio/Costo*

Para la determinación del beneficio/costo se realizó en base a la siguiente ecuación:

$$\text{Beneficio/Costo} = \frac{\text{Total de Ingresos}}{\text{Total de Egresos}}$$

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Características fisicoquímicas

Características fisicoquímicas de la bebida simbiótica se reportan a continuación.

**Tabla 4-1:** Características fisicoquímicas de la bebida simbiótica por efecto de los niveles de pulpa de banano.

Variables	Niveles de pulpa de banano (Factor A)			E. E	Prob
	3%	6%	9%		
Ph	3,19b	3,26b	3,38a	0,02	<0,0001
Acidez Total (%)	0,48c	0,52b	0,60a	0,01	<0,0001
Proteína (%)	1,68c	2,10b	2,68a	0,06	<0,0001
Sólidos solubles (°Brix)	7,81c	8,34b	9,66a	0,12	<0,0001
Contenido de fibra (%)	0,5	0,5	0,5	-	sd

E. E: Error estándar

Prob. > 0,05: No hay diferencias significativas (ns)

Prob. < 0,05: Hay diferencias significativas (\*)

Prob. < 0,01: Hay diferencias altamente significativas (\*\*)

Medias con una letra diferente difieren estadísticamente, de acuerdo con la prueba de Tukey

Realizado por: (Zambrano, 2023)

**Tabla 4-2:** Características fisicoquímicas de la bebida simbiótica por efecto de los diferentes tipos de fibras solubles.

Variables	Tipos de fibras solubles (Factor B)			E. E	Prob
	Polydextrosa	Inulina	Psyllium		
Ph	3,33a	3,29a	3,20b	0,02	0,0017
Acidez Total (%)	0,59a	0,54b	0,47c	0,01	<0,0001
Proteína (%)	1,48c	1,75b	3,22a	0,06	<0,0001
Sólidos solubles (°Brix)	8,34b	8,41b	9,06a	0,12	0,0007
Contenido de fibra (%)	0,5	0,5	0,5	-	sd

E. E: Error estándar

Prob. > 0,05: No hay diferencias significativas (ns)

Prob. < 0,05: Hay diferencias significativas (\*)

Prob. < 0,01: Hay diferencias altamente significativas (\*\*)

Medias con una letra diferente difieren estadísticamente, de acuerdo con la prueba de Tukey

Realizado por: (Zambrano, 2023)

**Tabla 4-3:** Características fisicoquímicas de la bebida simbiótica de lactosuero por efecto de la interacción de los niveles de pulpa de banano y de los tres tipos de fibras solubles.

% de pulpa de banano (Factor A)	Tipo de fibras solubles (Factor B)	PARÁMETROS				
		Ph	Acidez Total (%)	Proteína (%)	Sólidos solubles (°Brix)	Contenido de fibra (%)
3%	Polidextrosa	3,27a	0,54a	1,04a	7,50a	0,5
	Inulina	3,20a	0,48a	1,36a	7,73a	0,5
	Psyllium	3,10a	0,42a	2,63a	8,20a	0,5
6%	Polidextrosa	3,30a	0,58a	1,34a	7,97a	0,5
	Inulina	3,27a	0,52a	1,63a	8,07a	0,5
	Psyllium	3,10a	0,48a	3,32a	9a	0,5
9%	Polidextrosa	3,43a	0,65a	2,07a	9,57a	0,5
	Inulina	3,40a	0,61a	2,25a	9,43a	0,5
	Psyllium	3,30a	0,53a	3,72a	9,97a	0,5
<b>E. E</b>		0,04	0,02	0,10	0,20	0,00-
<b>Prob</b>		0,9304	0,9175	0,1830	0,5422	sd
<b>CV</b>		2,04	6,92	7,75	4,10	0,00

**E. E:** Error estándar

**CV:** Coeficiente de variación

**Prob. > 0,05:** No hay diferencias significativas (ns)

**Prob. < 0,05:** Hay diferencias significativas (\*)

**Prob. < 0,01:** Hay diferencias altamente significativas (\*\*)

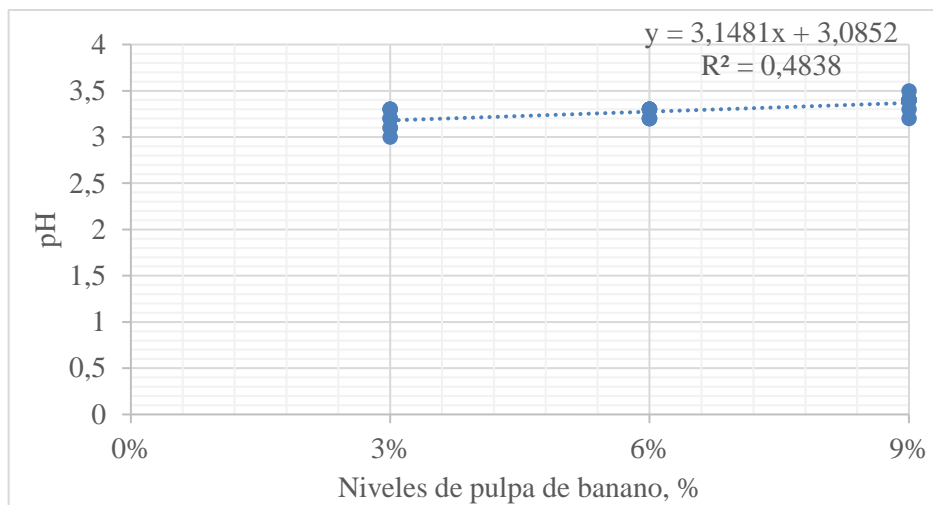
Medias con una letra diferente difieren estadísticamente, de acuerdo con la prueba de Tukey

**Realizado por:** (Zambrano, 2023)

#### 4.1.1 pH

Al analizar el pH en la bebida simbiótica de lactosuero, se reportó que existen diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) por efecto de los niveles de pulpa de banano, al utilizar el 9% de pulpa de banano se obtuvo un pH de 3,38, mientras que al emplear el 3% de pulpa de banano el pH disminuye a 3,19 es decir que a medida que incrementa el nivel de pulpa de banano el pH aumenta. Además, por efecto de los tres tipos de fibras solubles se presentó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), en donde la Polidextrosa presenta el pH más alto con un valor de 3,33, mientras que la Psyllium presenta el pH más bajo con un valor de 3,20, seguida por la Inulina con un valor de 3,29. En cambio, por efecto de la interacción de los niveles de pulpa de banano y los tres tipos de fibras solubles no hubo diferencias significativa ( $p > 0,05$ ) es decir que la adicción de los distintos niveles de banano y los tipos de fibras solubles no tuvieron influencia sobre la variable pH debido a que se tiene una probabilidad de 0,9304. Al aplicar el análisis de regresión,

se estableció una tendencia lineal, es decir, que a medida que se incrementa los niveles de pulpa de banano, el pH aumenta en 3,148 unidades como se puede observar en la ilustración 4-1.



**Ilustración 4-1:** pH de la bebida simbiótica por efecto de los niveles de pulpa de banano.

**Realizado por:** (Zambrano, 2023)

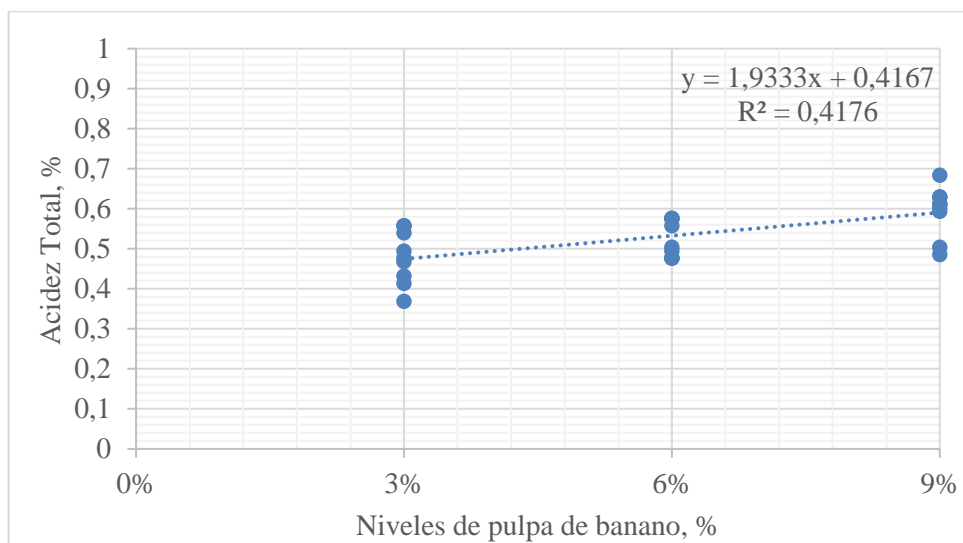
En cambio, (Gutiérrez et al, 2012, p. 14) en su estudio de “Bebida probiótica de lactosuero adicionada con pulpa de mango y almendras sensorialmente aceptable por adultos mayores” obtuvieron un pH de 4 después de 48 horas de fermentación y menciona que es un valor parecido al que mantienen las bebidas de su tipo que se encuentran en el mercado. Además, (Pusay, 2018, pp. 39-40) quien “desarrolla un jugo funcional de mango con la adición de un producto simbiótico a base de lactobacilos e inulina” menciona que en su estudio tuvo diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) para el jugo con el simbiótico libre (*Lactobacillus casei*) y encapsulado (Inulina) con valores de 3,97 pH y 3,73 pH, pero sin embargo, por efecto de los niveles simbiótico 100, 150 y 200 ppm no presenta diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre ellos. En donde, presento valores de 3,80 pH para 100 ppm, 3,75 pH para 150 ppm y 3,73 pH para 200 ppm es decir que a medida que aumenta el nivel de simbiótico el pH disminuye, esto es debido a que cuando existe mayor cantidad de lactobacillus hay mayor producción de ácido láctico lo que provoca disminución del pH y aumento de la acidez, lo que no ocurrió en este estudio de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano y enriquecida con tres tipos de fibras solubles por que la cantidad de *lactobacillus casei* y la cantidad de fibras fueron constante para los 9 tratamientos pero sin embargo los niveles de pulpa de banano y los tipos de fibra si tuvieron influencia sobre la variable pH.

Por otro lado, (Correia, 2013, pp. 9-10) menciona en su estudio de diseño de bebidas simbióticas con prebióticos (Inulina o maltodextrina) y probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) que no obtuvo

diferencias significativa ( $p > 0,05$ ) respecto al tipo y al porcentaje de prebiótico empleado, pero si obtuvo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en función del tipo de pulpa. Los valores más bajos del pH se observaron cuando utilizó papaya con el 20% de inulina y con el 20% de maltodextrina con un valor de 4,73 pH y 4,64 pH, mientras que el valor más alto lo tuvo cuando incorporo melón con el 10% de inulina y con el 10% de maltodextrina con un valor de 5,70 pH y 5,65 pH que están dentro del rango de crecimiento óptimo para el *Lactobacillus acidophilus* debido a que son resultados del pH sin fermentar las bebidas con el probiótico.

#### 4.1.2 Acidez Total (%)

La acidez total (%) en la bebida simbiótica de lactosuero presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) por efecto de los niveles de pulpa de banano, al utilizar el 3% de pulpa de banano se consiguió una acidez total de 0,48%, mientras que al emplear el 9% de pulpa de banano la acidez aumento a 0,60% es decir que a medida que incrementa el nivel de pulpa de banano la acidez sube. También, existió diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) por efecto de los tres tipos de fibras solubles, en donde la povidexrosa presenta la acidez más alta con un valor de 0,59%; en cambio la psyllium presenta la acidez más baja con un valor de 0,47%. Además, por efecto de la interacción de los niveles de pulpa de banano y los tres tipos de fibras solubles no existió diferencias significativa ( $p > 0,05$ ) es decir que no tuvieron influencia sobre la variable acidez. Al realizar el análisis de regresión se obtuvo una tendencia lineal, en donde indica que al aumentar los niveles de pulpa de banano, la acidez total (%) aumentara en 1,933 unidades cómo se puede apreciar en la ilustración 4-2.



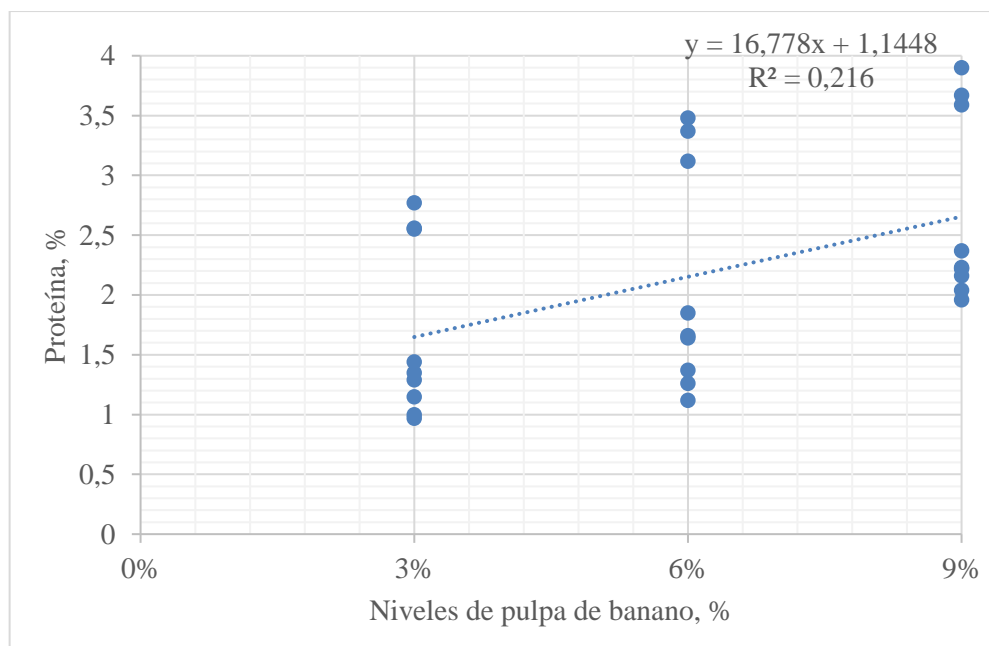
**Ilustración 4-2:** Acidez total de la bebida simbiótica por efecto de los niveles de pulpa de banano.

Realizado por: (Zambrano, 2023)

Resultados similares reportaron (Gutiérrez, Balvin & Urgarte, 2019, p. 5) quienes encontraron valores de 0,38 a 0,62% en la formulación y elaboración de una bebida probiótica fermentada a partir de lactosuero. También, (Brito & Vásquez, 2019, p. 71) en su investigación de una bebida probiótica obtuvieron una acidez titulable de 0,32 %.

#### 4.1.3 Proteína (%)

Los resultados obtenidos del contenido de proteína (%) en la bebida simbiótica presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) tanto por efecto de los niveles de pulpa de banano y por efecto de los tres tipos de fibras solubles, identificándose que al utilizar el 3% de pulpa de banano se obtuvo un valor de proteína de 1,68% y al utilizar el 9% de pulpa de banano el valor de proteína aumento a 2,68%, mientras que por efecto de los tipos de fibra se tuvo el valor de proteína más bajo al utilizar povidona con un valor de 1,48%; en cambio el valor de la proteína aumenta a 3,22% al utilizar psyllium. Además, por el efecto de la interacción de los niveles de pulpa de banano y los tres tipos de fibras solubles no registro diferencias significativa ( $p > 0,05$ ), resultados que fueron superiores a los establecido por la norma (INEN 2609, 2012, p. 5) donde establecen el rango de proteína de una bebida de suero la cual debe de ser mínima de 0,4%. Al realizar el análisis de regresión se obtuvo una tendencia lineal, en donde, a medida que se incrementó los niveles de pulpa de banano, la proteína aumentara en 16,77 unidades como se puede observar en la ilustración 4-3.



**Ilustración 4-3:** Proteína (%) de la bebida simbiótica por efecto de los niveles de pulpa de banano.

Realizado por: (Zambrano, 2023)

Los resultados señalados concuerdan con el estudio de (Ricaurte, Rodas & Mármol, 2017, p. 9) quienes obtuvieron el valor de proteína más alto en el tratamiento A1B2 cuando utilizaron el 100% de lactosuero con lactobacillus con un valor de 2,99%. Por otro lado, el valor más bajo que obtuvieron fue del 1% en el tratamiento A3B2 cuando utilizaron el 50% de lactosuero con lactobacillus en la obtención de una bebida simbiótica a partir de suero dulce de quesería. De hecho, (Brito & Vásquez, 2019, pp. 13-71) en su estudio analizaron los parámetros bromatológicos del lactosuero para compararlos con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 2594:2011, en donde obtuvieron un valor de 2,64% de proteína que es superior a lo que establece la norma; en cambio, en la bebida probiótica obtuvieron un valor de 3,89% de proteína resultado que superan a los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 2609:2012 para bebidas de suero. Además, (Gutiérrez et al, 2012, p. 14) obtuvieron un valor del 0,55% de proteína en la bebida probiótica de lactosuero con pulpa de mango y almendras determinando que este valor es inferior al obtenido en la investigación de la bebida simbiótica de lactosuero.

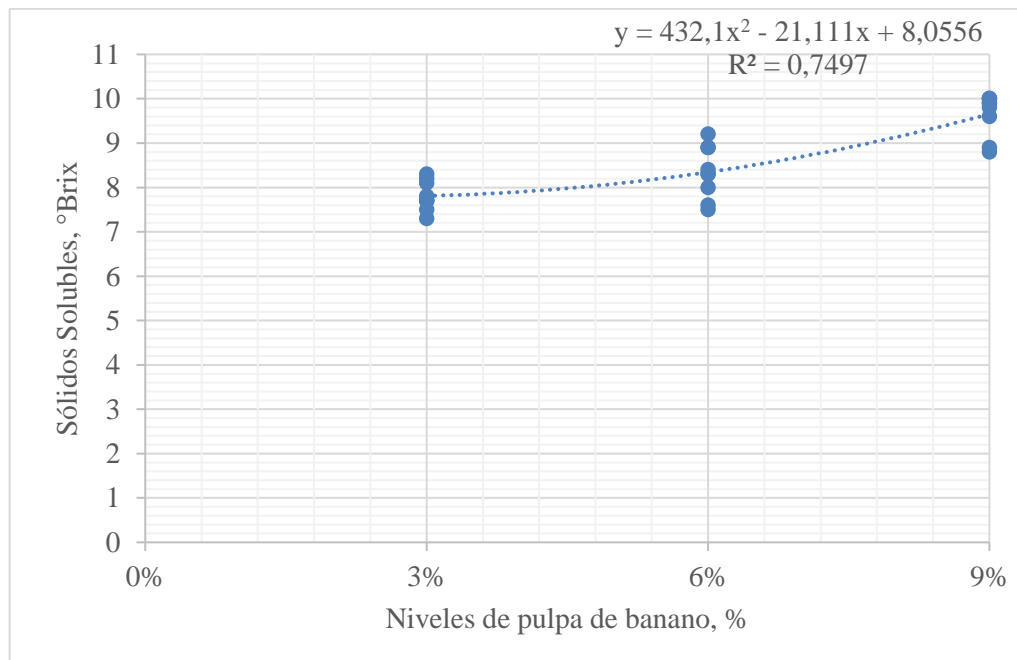
#### **4.1.4 Sólidos solubles (°Brix)**

En la variable de sólidos solubles (°Brix) en la bebida simbiótica se identificó que existen diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) por efecto de los niveles de pulpa de banano, al utilizar el 3% de pulpa de banano se obtuvo 7,81 °Brix, mientras que al utilizar el 9% de pulpa de banano los °Brix suben a 9,33 °Brix, es decir que a medida que incrementa el nivel de pulpa de banano los °Brix aumentan. En cambio, por efecto de los tipos de fibras solubles existió diferencias significativas ( $P < 0,05$ ), en donde la Psyllium presentó los °Brix más altos con un valor de 9,06 °Brix, seguida por la Inulina que tuvo un valor de 8,41 °Brix; en cambio la Polidextrosa presentó los °Brix más bajos con un valor de 8,34 °Brix. En consecuencia, no existió diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) por efecto de la interacción de los niveles de pulpa de banano y los tres tipos de fibras solubles. Al aplicar el análisis de regresión se logró una tendencia polinómica de segundo grado, en donde, los niveles de pulpa de banano influyen en el 74,97% de resultado de la proteína de la bebida simbiótica, esto puede deberse a los azúcares incluidos en las formulaciones y al grado de madurez de la fruta, cómo se puede observar en la ilustración 4-4.

Además, (Rodríguez et al, 2020, p. 6) obtuvieron diferencias significativas en los °Brix, cuando utilizó el 30% de pulpa de copoazú obtuvieron un valor de 7,5 °Brix que fue un valor superior a los demás tratamientos y esto está asociado a que es la bebida que contiene mayor cantidad de pulpa de fruta. Además, en su primer tratamiento que utilizó el 10% de pulpa de copoazú obtuvieron un valor de 7,25 que fue más bajo de su bebida a base de suero lácteo y pulpa de *Theobroma grandiflorum*. En cambio, en el estudio realizado por (Gutiérrez, Balvin & Urgarte, 2019, p. 5) obtuvieron



en los °Brix un valor de 18 en la formulación y elaboración de una bebida probiótica fermentada a partir de lactosuero determinando que este valor es mayor al obtenido en la investigación de la bebida simbiótica de lactosuero esto puede deberse a la cantidad de azúcar incluida en las formulaciones y también al grado de madurez de la fruta, debido a que los °Brix son el contenido de sacarosa pura que se encuentra presente en un alimento.



**Ilustración 4-4:** Sólidos solubles (°Brix) de la bebida simbiótica por efecto de los niveles de pulpa de banano.

Realizado por: (Zambrano, 2023)

#### 4.1.5 Contenido de fibra soluble (%)

En el contenido de fibra soluble en la bebida simbiótica no existió diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) tanto en los efectos de los niveles de pulpa de banano y en los efectos de los tres tipos de fibras, como también en la interacción de ambos factores debido a que el porcentaje de fibra soluble se lo estableció a un nivel fijo del 0,5% para los 3 tipos de fibra solubles es decir que cada 3 de 9 tratamientos contienen la misma fibra soluble con el nivel fijo de 0,5% en donde es un % que está dentro de la ingesta diaria recomendada de fibra dietética como se observa en la tabla 4-3. Resultados similares recomiendan (Almeida, Aguilar & Hervert, 2014, p. 1) quienes establecieron de acuerdo con el Instituto de Medicina de los Estados Unidos de América, que la ingesta recomendada de fibra dietética es de 14 g/1000 kcal en donde se basan en datos de ingesta que han mostrado disminuir el riesgo de enfermedad coronaria. Además, la norma (INEN 1334-2, 2011, pp. 5-8) estableció que el valor diario recomendado de fibra dietética es de 25 gramos.

## 4.2 Características microbiológicas

Las características microbiológicas que se obtuvieron de la bebida simbiótica se reportan a continuación.

**Tabla 4-4:** Características microbiológicas de las bacterias no probióticas de la bebida simbiótica.

Niveles de banano (Factor A)	Tipo de fibra (Factor B)	CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS		
		Escherichia coli (UFC/ml)	Coliformes totales (UFC/ml)	Mohos y levaduras (UFC/ml)
3%	Polidextrosa	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Inulina	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Psyllium	Ausencia	Ausencia	Ausencia
6%	Polidextrosa	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Inulina	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Psyllium	Ausencia	Ausencia	Ausencia
9%	Polidextrosa	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Inulina	Ausencia	Ausencia	Ausencia
	Psyllium	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Realizado por: (Zambrano, 2023)

**Tabla 4-5:** Presencia de bacterias probióticas en la bebida simbiótica elaborada con diferentes niveles de pulpa de banano y varios tipos de fibras solubles.

Parámetros	Bacterias Probióticas, (UFC/ml)	E. E	Prob
<b>Niveles de pulpa de banano (Factor A)</b>		6,72x10 <sup>4</sup>	<0,0001
3%	2,84x10 <sup>6</sup> b		
6%	2,84x10 <sup>6</sup> b		
9%	3,43x10 <sup>6</sup> a		
<b>Tipos de Fibras Solubles (Factor B)</b>		6,72x10 <sup>4</sup>	<0,0001
Polidextrosa	2,65x10 <sup>6</sup> a		
Inulina	2,73x10 <sup>6</sup> b		
Psyllium	4,09x10 <sup>6</sup> a		

E. E: Error estándar

Prob. < 0,01: Hay diferencias altamente significativas (\*\*)

Medias con una letra diferente difieren estadísticamente, de acuerdo con la prueba de Tukey

Realizado por: (Zambrano, 2023)

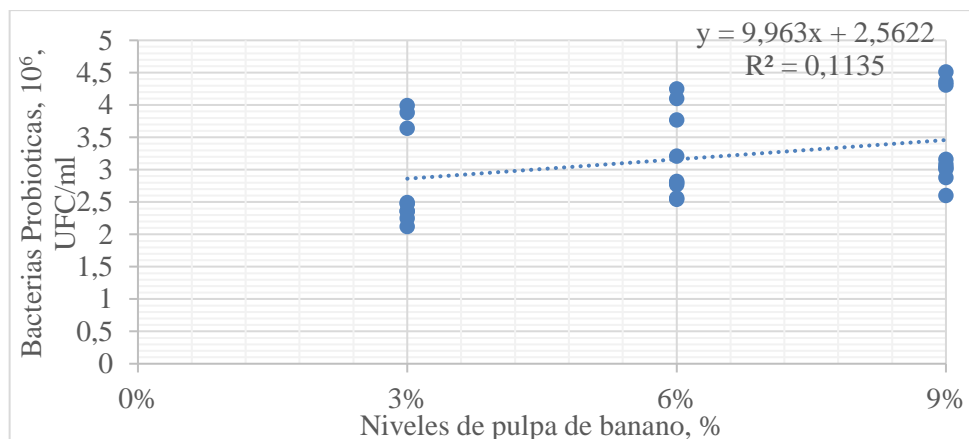
#### **4.2.1 Bacterias no probióticas (UFC/ml)**

En los análisis microbiológicos desarrollados en la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano y enriquecida con tres tipos de fibras solubles, se identificó en todos los 9 tratamientos Ausencia de *Escherichia coli*, Coliformes totales, y Mohos y levaduras, demostrando que fue elaborada en condiciones higiénicas adecuadas que garantiza la inocuidad y la calidad de la bebida para ser un producto apto para el consumo, por que cumple con los requisitos microbiológicos mencionados por la norma (INEN 2395, 2011, p. 7) de la leches fermentadas y por la norma (INEN 2609, 2012, p. 5) de bebidas de suero.

Además, la ausencia de estas bacterias se debe a que la bebida simbiótica está formada por bacterias probióticas de *Lactobacillus casei* que producen el proceso de fermentación lo que genera que el medio se acidifique disminuyendo su pH a menores de 4,4, lo que permite que las condiciones de crecimiento y reproducción sean las inadecuadas para estos tipos de microorganismos (Montero, 2022, p. 61).

#### **4.2.2 Bacterias Probióticas (UFC/ml)**

Los resultados obtenidos de las bacterias probióticas en la bebida simbiótica presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) tanto por efecto de los niveles de pulpa de banano y por efecto de los tres tipos de fibras solubles, identificándose que al utilizar el 3% de pulpa de banano se obtuvo una presencia de bacterias probióticas de  $2,84 \times 10^6$  UFC/ml y al utilizar el 9% de pulpa de banano la presencia de bacterias probióticas aumentaron a  $3,43 \times 10^6$  UFC/ml debido a los nutrientes y sustrato que proporciona el nivel de pulpa de banano, mientras que por efecto de los tipos de fibra se obtuvo el crecimiento de bacterias probióticas más bajo al utilizar povidexrosa con un número de  $2,65 \times 10^6$  UFC/ml; en cambio el crecimiento de las bacterias probióticas aumenta a  $4,09 \times 10^6$  UFC/ml al utilizar psyllium debido que tuvo sustratos favorables para el crecimiento de las bacterias probióticas. Además, por el efecto de la interacción de los niveles de pulpa de banano y los tres tipos de fibras solubles no registro diferencias significativa ( $p > 0,05$ ). Al aplicar el análisis de regresión se obtuvo una tendencia lineal, en donde, a medida que se incrementó los niveles de pulpa de banano, las bacterias probióticas aumentarían en 9,96 unidades, esto puede deberse a los azúcares incluidos en las formulaciones, al grado de madurez de la fruta y a la presencia de sacarosa que posee cada tipo de fibra soluble lo que sirve como sustrato para el crecimiento de las bacterias probióticas en la bebida simbiótica, cómo se puede observar en la ilustración 4-5.



**Ilustración 4-5:** Presencia de bacterias probióticas en la bebida simbiótica por efecto de los niveles de pulpa de banano.

Realizado por: (Zambrano, 2023)

Pero sin embargo, los resultados obtenidos se encuentran dentro de los requisitos del contenido mínimo de microorganismos específicos de acuerdo con lo mencionado por la norma (INEN 2395, 2011, p. 7) donde se especifica que la cantidad mínima de microorganismos probióticos es de  $1 \times 10^6$  UFC/ml para ser considerado como alimento probiótico.

Al comparar estos resultados con (Montero, 2022, pp. 62-63) quien en su investigación de “Elaboración de una bebida probiótica a base de chirimoya (*Annona cherimola*), pepino dulce (*Solanum muricatum*) y kombucha”, obtuvo el mejor resultado de bacterias probióticas al utilizar el 15% de pulpa de chirimoya en una bebida probiótica con un valor de  $5,3 \times 10^7$  UFC/ml. En cambio, al utilizar el 0% y 5% de pulpa de chirimoya consiguió los resultados con el valor más bajos que fueron de  $2 \times 10^3$  UFC/ml y  $5,8 \times 10^4$  UFC/ml. En cambio, en la investigación de (Villacis, 2022, pp. 25-26) reportó que los diferentes tratamientos de su estudio concuerdan con el parámetro mínimo de  $10^6$  UFC/g, debido a que obtuvo  $1 \times 10^8$  UFC/g al utilizar 10% de mora y 15% de fresa siendo el mejor resultado de las bacterias probióticas y al utilizar el 5% de mora y 20% de fresa tuvo el resultado más bajo con un valor de  $4,5 \times 10^7$  UFC/g, dando a notar que las bebidas con mezclas de frutas son matrices adecuadas para los probióticos. Por otro lado, (Gutiérrez et al, 2012, p. 16) obtuvieron un número de  $1,4 \times 10^7$  UFC/mL a las 48 horas de fermentación en su investigación de una bebida probiótica de lactosuero adicionada con pulpa de mango y almendras sensorialmente aceptable por adultos mayores.

### 4.3 Características sensoriales

Se realizó la evaluación de las características sensoriales de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano (*Musa paradisiaca*) y enriquecida con tres tipos de

fibras solubles mediante una escala hedónica de aceptabilidad de 5 puntos a 30 panelistas no entrenados obteniendo los siguientes resultados que se muestran en la tabla 4-6.

**Tabla 4-6:** Características sensoriales de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano y enriquecida con tres tipos de fibras solubles.

% de pulpa de banano (Factor A)	Tipo de fibras (Factor B)	Estadística descriptiva			
		Textura	Color	Olor	Sabor
3%	Polidextrosa	3	3	2	2
		Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me disgusta moderadamente	Me disgusta moderadamente
	Inulina	3	3	3	3
		Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta
	Psyllium	3	4	3	3
		Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta
6%	Polidextrosa	3	3	3	3
		Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta
	Inulina	3	3	3	4
		Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente
	Psyllium	4	3	3	4
		Me gusta moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente
9%	Polidextrosa	3	3	3	3
		Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta	Ni me gusta ni me disgusta
	Inulina	4	3	4	4
		Me gusta moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta moderadamente
	Psyllium	4	4	3	4
		Me gusta moderadamente	Me gusta moderadamente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente
<b>Prob</b>		0,0880	0,9894	0,0239	< 0,0001
<b>H cal</b>		12,57	1,51	16,51	47,34

**H cal:** Valor calculado de la prueba de Kruskal-Wallis

**Prob. > 0,05** No hay diferencias significativas (ns)

**Prob. < 0,05:** Hay diferencias significativas (\*)

**Prob. < 0,01:** Hay diferencias altamente significativas (\*\*)

**Realizado por:** (Zambrano, 2023)

Para los resultados obtenidos del análisis sensorial se utilizó la prueba estadística de Kruskal-Wallis a un nivel de significancia del ( $p < 0,05$ ), en donde se estimó los atributos sensoriales de textura, color, olor y sabor de la bebida simbiótica.

Desde un análisis integral, la bebida simbiótica desarrollada con 9% de pulpa de banano con la fibra inulina presento un puntaje en lo que respecta a textura, olor y sabor de 4 puntos que correspondía a la categoría de “me gusta moderadamente”, sin embargo, en el atributo de color la valoración fue de 3 que correspondía a “ni me gusta, ni me disgusta”. En cambio, la bebida simbiótica desarrollada con 9% de pulpa de banano más la fibra psyllium presento un mejor puntaje en lo que respecta a textura, color y sabor de 4 puntos, sin embargo, en el atributo de olor la valoración fue de 3 puntos. Además, el tratamiento que presentó los peores resultados es con 3% de pulpa de banano más la fibra povidexrosa debido a que presento una calificación de 2 puntos en olor y sabor que corresponde a la categoría de “me disgusta moderadamente”, sin embargo, en el atributo de textura y color la valoración fue de 3 que corresponde a “ni me gusta, ni me disgusta”.

#### **4.3.1 Textura**

La textura de la bebida simbiótica no presentó diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), porque los diferentes niveles de la pulpa de banano y los tipos de fibras solubles no influyeron sobre este parámetro cómo se puede apreciar en la tabla 4-6, el puntaje se encuentro en el rango de 3 a 4 puntos el cual correspondía a una calificación de “ni me gusta, ni me disgusta” y de “me gusta moderadamente”. Además, cuando se utilizó el 9% de pulpa de banano con la fibra Inulina, 6% de pulpa de banano con la fibra psyllium y el 9% de pulpa de banano con la fibra psyllium se obtuvo una mayor valoración numérica con un valor de 4 puntos que correspondía al nivel de agrado de “me gusta moderadamente”, mientras que el resto de los tratamientos tuvieron una valoración numérica de 3 puntos que se ubican en la categoría de “ni me gusta, ni me disgusta”.

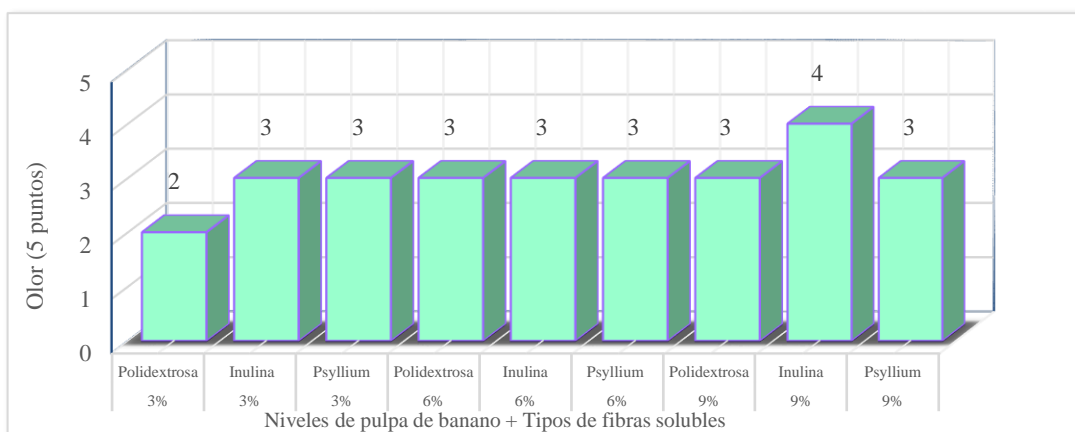
#### **4.3.2 Color**

Para el atributo sensorial del color, los resultados obtenidos de los tratamientos de la bebida simbiótica de lactosuero no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), es decir que en el análisis sensorial los niveles de pulpa de banano y los tipos de fibras solubles no presentaron mayor variabilidad en el color de la bebida simbiótica cómo se puede analizar en la tabla 4-6. Sin embargo, los tratamientos con 3% de pulpa de banano más la fibra Psyllium y con 9% de pulpa de banano más la fibra Psyllium se obtuvo una mayor valoración numérica en la medianas con un

valor de 4 puntos que correspondían al nivel de agrado de “me gusta moderadamente”. En cambio, el resto de los tratamientos tuvieron una valoración numérica de 3 puntos que se ubican en la categoría de “ni me gusta, ni me disgusta”, esto puede deberse debido a color amarillo pálido que tiene la pulpa de banano.

### 4.3.3 Olor

El olor en la bebida simbiótica de lactosuero presento diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) influenciada por los diferentes niveles de pulpa de banano y por los tipos de fibras solubles, registrando que en el tratamiento que se utilizó el 3% de pulpa de banano más la fibra povidexrosa presentó el menor puntaje con un valor de 2 puntos clasificándolo en la categoría de “me disgusta moderadamente”. En cambio, el tratamiento que presentó la mejor aceptabilidad respecto al olor fue el que está conformado por el 9% de pulpa de banano más la fibra inulina con una valoración de 4 puntos correspondientes a la escala hedónica de “me gusta moderadamente”. Mientras que los demás tratamientos registraron valores medios de 3 puntos que corresponde a “ni me gusta, ni me disgusta” como se puede identificar en la ilustración 4-6. Al comparar estos resultados con los de (Brito & Vásquez, 2019, pp. 67-68) quienes en su estudio de “Evaluación de la fermentación del lactosuero para la obtención de una bebida probiótica utilizando *streptococcus thermophilus* y *lactobacillus case*” obtuvieron un equivalente de 3 y diferencias altamente significativa en los resultados, es decir la preferencia de las personas depende altamente del olor de la bebida. En cambio, (Gaybor, 2022, p. 38) obtuvo en su investigación de “Elaboración de una bebida a base de lactosuero con pulpa de guayaba (*Psidium guajava*)” una valoración de 4 puntos en el atributo olor que equivale a “me gusta moderadamente” demostrando que para la mayoría de los jueces consumidores el olor de las bebidas lácteas tiene un buen grado de aceptación, entre moderado y muy agradable.

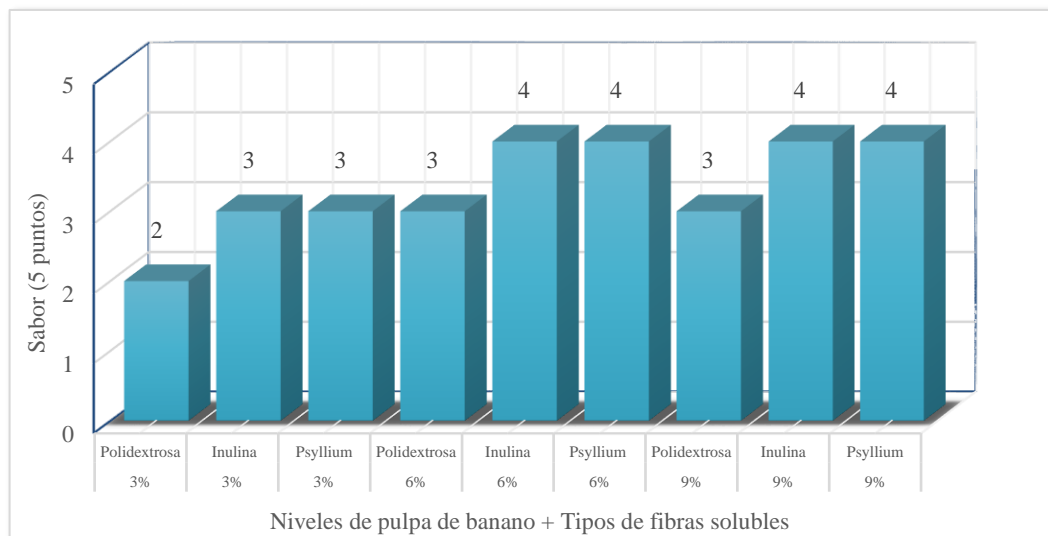


**Ilustración 4-6:** Valoración organoléptica del olor de la bebida simbiótica.

Realizado por: (Zambrano, 2023)

#### 4.3.4 Sabor

En cuanto a la aceptabilidad que presentó el atributo sabor de la bebida simbiótica existe diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre los tratamientos, es decir los niveles de pulpa de banano y los tipos de fibras solubles presentaron un efecto significativo en los resultados. En donde, la menor valoración fue de 2 que correspondía al nivel de aceptación de “me disgusta moderadamente” cuando se utilizó el 3% de pulpa de banano más la fibra povidextrosa, mientras que la mayor puntuación en el atributo sabor correspondió a 4 puntos dentro de una escala de 5 puntos cuando se empleó el 6% de pulpa de banano más la fibra Inulina, 9% de pulpa de banano más la fibra inulina, 6% de pulpa de banano más la fibra Psyllium y 9% de pulpa de banano más la fibra Psyllium. En cambio, los tratamientos restantes presentaron una valoración de 3 puntos que correspondía a “ni me gusta, ni me disgusta” como se identificar en la ilustración 4-7. En cambio, en la evaluación del atributo sabor (Gaybor, 2022, p. 37) obtuvo un valor de 5 y 4 puntos que corresponden al nivel de agrado de me gusta mucho y el nivel de agrado de me gusta maderablemente.



**Ilustración 4-7:** Valoración organoléptica del sabor de la bebida simbiótica.

Realizado por: (Zambrano, 2023)

#### 4.4 Características económicas

##### 4.4.1 Costos de producción (USD/L)

En el análisis de costo de producción por tratamiento se calculó por cada litro de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano y enriquecida con tres tipos de fibras solubles, identificándose que al emplear el 3% de pulpa de banano más la fibra Inulina



genera el costo de producción más bajo siendo este de \$2,34, mientras para el tratamiento en el que se utilizó el 9% de pulpa de banano más la fibra Polidextrosa el costo de producción incrementó a \$ 2,81, de hecho el elevado costo de producción se debe a la utilización del cultivo *Lactobacillus casei* y al elevado costo de la fibra polidextrosa como se puede apreciar en la tabla 4-7.

#### **4.4.2 Beneficio/Costo**

De acuerdo con el indicador beneficio/costo, marcando una utilidad del 30%, se determinó que mientras se aumenta los niveles de pulpa de banano y se cambia el tipo de fibra, aumenta los costos de producción, y el beneficio varía dependiendo el % de pulpa de banano y el tipo de fibra soluble. Por lo tanto, al emplear el 3% de pulpa de banano más la fibra Inulina se genera la mejor relación (beneficio/costo) con un valor de \$1,33, porque generó el costo de producción más bajos. En cambio, al utilizar el 9% de pulpa de banano más la fibra polidextrosa la relación (beneficio/costo) disminuye a \$ 1,28, debido a que su costo de fabricación incrementa por la mayor cantidad de pulpa de banano, azúcar y por elevado costo de la fibra como se observa en la tabla 4-7.

**Tabla 4-7:** Características económicas de la bebida simbiótica.

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio total	Diferentes niveles de pulpa de banano y con tres tipos de fibras solubles								
				3%			6%			9%		
				Polide xtrosa	Inulina	Psyllium	Polide xtrosa	Inulina	Psyllium	Polidex trosa	Inulina	Psyllium
<b>Costos directos de fabricación</b>												
Lactosuero (L)	23,58	0,06	1,41	0,168	0,168	0,168	0,157	0,157	0,157	0,146	0,146	0,146
Banano (Kg)	1,62	1,22	1,98	0,11	0,11	0,11	0,22	0,22	0,22	0,33	0,33	0,33
	Polidextrosa (Kg)	0,045	30	1,35	0	0	0,45	0	0	0,45	0	0
Fibras solubles	Inulina (Kg)	0,045	20	0,90	0,30	0	0	0,30	0	0,30	0	0
	Psyllium (Kg)	0,045	25	1,13	0	0,38	0	0	0,38	0	0,38	0,38
Lactobacillus casei (Kg)	0,003	2000	6	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Azúcar (Kg)	1,62	1,11	1,8	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20	0,3	0,3	0,3
<b>Costos indirectos de fabricación</b>												
Botellas de vidrio	27	1,5	40,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Gas (Cilindro)	1	2,70	2,70	0,23	0,23	0,23	0,30	0,30	0,30	0,37	0,37	0,37
Mano de obra (Día)	1	10	10	0,85	0,85	0,85	1,11	1,11	1,11	1,37	1,37	1,37
Agua (L)	6	0,30	1,8	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20	0,30	0,30	0,30
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>			<b>69,56</b>	<b>7,17</b>	<b>7,02</b>	<b>7,10</b>	<b>7,80</b>	<b>7,65</b>	<b>7,73</b>	<b>8,43</b>	<b>8,28</b>	<b>8,36</b>
Cantidad de producto (L)				3	3	3	3	3	3	3	3	3
Costo de producción dólares/Litro				2,39	2,34	2,37	2,60	2,55	2,58	2,81	2,76	2,79
Precio de la bebida simbiótica				3,10	3,10	3,10	3,35	3,35	3,35	3,60	3,60	3,60
Utilidad por cada 1L				0,71	0,76	0,73	0,75	0,80	0,77	0,79	0,84	0,81
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>				<b>9,30</b>	<b>9,30</b>	<b>9,30</b>	<b>10,05</b>	<b>10,05</b>	<b>10,05</b>	<b>10,80</b>	<b>10,80</b>	<b>10,80</b>
<b>BENEFICIO/COSTO</b>				<b>1,30</b>	<b>1,33</b>	<b>1,31</b>	<b>1,29</b>	<b>1,31</b>	<b>1,30</b>	<b>1,28</b>	<b>1,30</b>	<b>1,29</b>

Realizado por: (Zambrano, 2023)

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Al realizar la respectiva evaluación de tres niveles de pulpa de banano (3%, 6% y 9%) como saborizantes de la bebida simbiótica a base de suero de leche en combinación con 3 tipos de fibras solubles (Polydextrosa, Inulina y Psyllium sp) se determinó que los 9 tratamientos de la bebida simbiótica cumplen con los requisitos establecidos por la norma INEN 2395, 2011. Sin embargo, el tratamiento que se utilizó el 9% de pulpa de banano con la fibra psyllium presenta las mejores características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas.
- Se determinó la calidad del producto mediante las características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas, en donde se reportó que existen diferencias altamente significativa ( $P < 0,01$ ) en pH, acidez total, proteína y sólidos solubles por efecto de los niveles de pulpa de banano; en cambio, por efecto de los tres tipos de fibras solubles existió diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en el contenido de proteína y sólidos solubles. Además, por el efecto de las interacciones no existió diferencias significativas. Existió ausencia de *Escherichia coli*, Coliformes totales, Mohos y Levaduras, y presencia de bacterias probióticas en todos los tratamientos. En lo sensorial los niveles de pulpa de banano y los tipos de fibras no influyeron en los parámetros organolépticos de textura, color pero si influyeron en el olor y sabor.
- Se calculó el costo de producción de la bebida simbiótica en donde se determinó que el tratamiento en el que se utilizó el 3% de pulpa de banano con la fibra inulina genera el menor costo de producción por litro siendo este de \$2,34, alcanzando una relación beneficio/costo de \$ 1,33, es decir que por cada dólar invertido para elaborar esta bebida simbiótica se podría llegar a ganar 0,33 Cts, alcanzando una utilidad del 33% considerablemente rentable.

## **5.2 Recomendaciones**

- Elaborar una bebida simbiótica utilizando el 9% de pulpa de banano con la fibra psyllium, por que presenta las mejores características microbiológicas y organoléptica debido que contiene la mayor presencia de bacterias beneficiosas para la salud aunque económicamente tiene un mayor costo de producción.
- Continuar con la investigación en el empleo de la pulpa de banano y diferentes tipos de fibras para evaluar la vida de anaquel de una bebida simbiótica.
- Continuar con el estudio en la elaboración de bebidas probióticas y simbióticas, con diferentes tipos de frutas y fibras solubles.
- Ampliar la investigación con el uso de un conservante con el fin de mejorar la vida de anaquel de la bebida simbiótica.

## GLOSARIO

**Alimento funcional:** Son los productos alimenticios de origen animal y vegetal que contienen ingredientes bioactivos tales como prebióticos, probióticos, antioxidantes, vitaminas, minerales, fitoesteroles y ácidos grasos de manera natural o adicionados intencionalmente (Martínez et al, 2019, p. 2).

**Fibra soluble:** Es un tipo de fibra dietética que forman soluciones muy viscosas en agua tanto en el estómago como en el intestino delgado (Lohoz, 2018, p. 2).

**Inulina:** Es un carbohidrato de reserva energética que pertenece a los vegetales y se encuentra los alimentos tales como como cebolla, ajo, alcachofa (alcaucil), espárragos, plátanos, dalia, yacón, frutas, cereales y la raíz de achicoria (Maza, 2015, p. 12).

**Polydextrosa:** Es un polímero sintético de carbohidratos que se obtiene a partir de la condensación aleatoria de D-glucosa, sorbitol y ácido cítrico en condiciones de vacío parcial y altas temperaturas (Gutiérrez, 2014, p. 10).

**Prebiótico:** Son ingredientes alimenticios funcionales definidos como carbohidratos no dirigibles (Oligosacáridos y polisacáridos) que pueden estar presentes de forma natural en alimentos como en la leche, miel, así como en hortalizas, verduras, frutas, cereales, legumbres y frutos secos (Corzo et al, 2015, p. 3).

**Probiótico:** Son un número suficiente de microorganismos vivos no patógenos que incluyen principalmente a la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y a bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Bernal, Diaz & Gutiérrez, 2017, p. 2).

**Psyllium sp:** Es una fibra dietética compuesta principalmente por el 90 % de fibra soluble y por el 10% de fibra insoluble, derivada de las cascara de las semillas de las plantas llamada Plántago Ovata, Plántago Psyllium y Plántago Indica (Juárez, 2014, p. 3).

**Simbiótico:** Son los que combinan ingredientes probióticos y prebióticos. En donde, los prebióticos son compuestos que actúan como alimento para los probióticos. En cambio, los probióticos son microorganismos vivos beneficiosos (Cediel & Restrepo, 2015, p. 13).

## **BIBLIOGRAFÍA**

**AGROTENDENCIA.** *Banano: beneficios, propiedades, desventajas y su cultivo.* [Blog]. 2021. [Consulta: 11 de noviembre del 2021]. Disponible en: <https://agrotendencia.tv/agropedia/musaseas/el-cultivo-de-banano/>

**ALMEIDA ALVARADO, Sonia Lorena; AGUILAR LÓPEZ, Tania; & HERVERT HERNANDEZ, Deisy.** La fibra y sus beneficios a la salud. *Scielo* [En línea], 2014, (Caracas), Vol. 27 (1), pág. 1. [Consulta: 01 de junio del 2014]. ISSN 0798-0752. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-07522014000100011](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522014000100011)

**ALVAREZ, Reynerio; et al.** Extracción y determinación de inulina del ajo común autóctono (*Allium sativum*). *Scielo* [En línea], 2015, (Cuba), Vol. 27 (2), pág. 2. [Consulta: 16 de agosto del 2015]. ISSN 2224-5421. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-54212015000200003&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-54212015000200003&script=sci_arttext)

**ANZOLA BAUTISTA, Nicolás.** Desarrollo de un producto lácteo con concentrado de suero de leche. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Posgrado). Universidad UDLA. Quito-Ecuador. 2020. págs. 10-18. [Consulta: 2020-03-21]. Disponible en: <https://dspace.udla.edu.ec/jspui/bitstream/33000/13042/4/UDLA-EC-TIAG-2020-45.pdf>

**ARAUJO GUERRA, Álvaro Vicente; MONSALVECASTRO, Lina María; & QUINTERO TOVAR, Andrés Luciano.** Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental. *Valledupar* [En línea], 2013, (Colombia), Vol. 4 (2), pág. 2. [Consulta: 23 de abril del 2013]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5344986>

**BERNAL CASTRO, Camila Andrea; DIAZ MORENO, Consuelo; & GUTIERREZ CORTÉS, Carolina.** Probióticos y prebióticos en matrices de origen vegetal: Avances en el desarrollo de bebidas de frutas. *Scielo* [En línea], 2017, (Colombia), Vol. 44 (4), pág. 2. [Consulta: 17 de diciembre del 2013]. ISSN 0717-7518. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182017000400383&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182017000400383&script=sci_arttext)

**BRITO HEREDIA, Danya Silvana & VÁSCONEZ CASTILLO, Jean Carlo.** Evaluación de la fermentación del lactosuero para la obtención de una bebida probiótica utilizando *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus casei*. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de grado).

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2019. págs. 11-71. [Consulta: 2019-06-26]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11101/1/96T00543.pdf>

**BUSTOS, Edison & MEDINA, Alexis. 2020.** Recomendaciones y efectos de la fibra dietaria en niños. *Scielo* [En línea], 2020, (Chile), Vol. 47 (3), pág. 3. [Consulta: 02 de junio del 2020]. ISSN 0717-7518. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182020000300457](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000300457)

**CACERES, Paola & GOTTELAND, Martín.** Alimentos probióticos en Chile: ¿qué cepas y qué propiedades saludables? *Scielo* [En línea], 2010, (Chile), Vol. 37 (1), págs. 2-4. [Consulta: 12 de marzo del 2010]. ISSN 0717-7518. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182010000100010&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-75182010000100010&script=sci_arttext)

**CALVO, Miguel.** Proteínas del lactosuero. *Bioquímica de los alimentos* [En línea], 2019, (Colombia). págs. 1-7. [Consulta: 21 de febrero del 2019]. Sin ISSN. Disponible en: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/proteins/lactosuero.html>

**CARRERA BORJA, Washington Xavier.** Elaboración de una bebida saborizada con base en suero de queso mozzarella. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de grado). Universidad técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 2010. págs. 22-23. [Consulta: 2010-05-18]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3211/1/P215.pdf>

**CASTAÑEDA GUILLOT, Carlos.** Actualización en prebióticos. *Scielo* [En línea], 2018, (Ecuador), Vol. 90 (4), pág. 3. [Consulta: 01 de diciembre del 2018]. ISSN 0034-7531. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75312018000400008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312018000400008)

**CASTILLO BARÓN, Lidy Viviana.** Probióticos y prebióticos como alimentos funcionales en nutrición animal. *Zoociencia* [En línea], 2016, (Colombia). pág. 2. [Consulta: 15 de mayo del 2016]. ISSN 2462-7763. Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/zoociencia/article/view/514/437>

**CEDIEL DÍAZ, Guiselle Katherine & RESTREPO GARÍA, Ángela Vanessa.** Evaluación del efecto prebiótico en una bebida láctea simbiótica elaborada a partir de suero lácteo rico en galactooligosacáridos (GOS). [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de grado). Universidad de la

Salle. Bogotá-Colombia. 2015. págs. 13-22. [Consulta: 2015-11-21]. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1241&context=ing\\_alimentos](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1241&context=ing_alimentos)

**CERERO CALVO, Cyntiareli; et al.** Probióticos presentes en bebidas fermentadas mexicanas. *Scielo* [En línea], 2023, (México), Vol. 25 (1), págs. 2-3. [Consulta: 20 de Junio del 2023]. ISSN 1405-888x. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-888X2022000100303](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2022000100303)

**CISNEROS SALAZAR, Alisson Andrea.** Beneficios de la utilización del suero de leche en la elaboración de suplementos proteicos. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de grado). Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 2022. págs. 14-25. [Consulta: 2022-07-04]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/28180/1/FCQ-CQA-CISNEROS%20ALISSON.pdf>

**CORDONA ARENGAS, Marbe Alexandra & LÓPEZ MARÍN, Beatriz Estella.** Los probióticos: alimentos funcionales para lactantes. *Scielo* [En línea], 2019, (Colombia), Vol. 32 (2) pág. 3. [Consulta: 30 de agosto del 2019]. ISSN 0121-03190n. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-03192019000200031&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-03192019000200031&script=sci_arttext)

**CORREIA CALPE, Esperanza.** Diseño de bebidas simbióticas vegetales en polvo. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de grado). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España. 2013. págs. 9-10. [Consulta: 2013-09-01]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/33926/Trabajo%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**CORZO, Alonso; et al.** Prebióticos; concepto, propiedades y efectos beneficiosos. *Nutrición Hospitalaria* [En línea], 2015, (España), Vol. 31 (1),pág. 3. [Consulta: 26 de enero del 2015]. ISSN 0212-1611. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3092/309238517015.pdf>

**CRIBB, Paul.** Las proteínas del suero de leche de los estados unidos y la nutrición en los deportes. *U.S Dairy* [En línea], 2016, (México). pág. 3. [Consulta: 01 de enero del 2016]. Disponible en: [file:///C:/Users/DELL/Downloads/WheySportsNutrition\\_Spanish\\_Mexico.pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/WheySportsNutrition_Spanish_Mexico.pdf)

**CUNHA, Diego Thimoteo; et al.** Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: validación de la tarjeta lúdica. *Scielo* [En línea], 2013, (Brasil), Vol. 40 (4),



págs. 2-4. [Consulta: 01 de diciembre del 2013]. ISSN 0717-7518. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182013000400005](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182013000400005)

**DAVILA CUESTA, Johanna Maritza & MOREIRA COELLO, Daysi Alexandra.** Propiedades nutricionales del banano en la alimentación escolar código “FG. QB. 015. P005. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de grado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 2014. pág. 24. [Consulta: 2014-08-06]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12564/1/Propiedades%20nutricionales%20del%20banano%20en%20la%20alimentaci%20c3%b3n%20escolar.pdf>

**DEMARCHI, Silvana María.** Desarrollo de geles deshidratados de rosa mosqueta: Comparación de formulaciones con sacarosa y povidona. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de grado). Universidad Nacional de la plata. Buenos Aires-Argentina. 2017. pág. 33. [Consulta: 2017-01-12]. Disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/61604/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/61604/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**ESCOBAR LEDESMA, Freddy Rolando.** Obtención de cristales de inulina a partir de cuatro variedades de plantas de cultivo no tradicional del Ecuador. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de grado). Escuela Politécnica Nacional. Quito-Ecuador. 2017. pág. 6. [Consulta: 2017-07-03]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17438/1/CD-7937.pdf>

**ESCUADERO ÁLVAREZ & GONZÁLEZ SÁNCHEZ.** La fibra dietética. *Scielo* [En línea], 2006, (España), Vol. 21 (1), págs. 4-7. [Consulta: 04 de mayo del 2006]. ISSN 1699-5198. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112006000500007](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000500007)

**FAO.** *Capítulo 2 países exportadores de banano.* [Blog]. 2015. [Consulta: 12 de noviembre del 2015]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/y5102s/y5102s05.htm>

**FAO.** *La fibra alimentaria, una aliada de nuestra salud.* [Blog]. 2021. [Consulta: 04 de septiembre del 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/venezuela/noticias/detail-events/en/c/1437783/>

**FAO.** *Panorama general de la producción y el comercio mundial de banano.* [Blog]. 2018. [Consulta: 03 de marzo del 2018]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/y5102s/y5102s03.htm#TopOfPage>

**FAO.** *Probióticos en los alimentos.* [Blog]. Roma: 2016. [Consulta: 14 de octubre del 2016]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a0512s/a0512s00.pdf>

**FAO.** *Producción lechera.* [Blog]. 2020. [Consulta: 19 de enero del 2020]. Disponible en: <https://www.fao.org/dairy-production-products/production/es/>

**FEDEGAN.** *El lactosuero y su uso como producto.* [Blog]. San José: 2020. [Consulta: 14 de febrero del 2022]. Disponible en: <https://www.contextoganadero.com/>

**FENABE.** *FENABE advierte caída en la producción de bananos del Ecuador y llama a solucionar problemas.* [Blog]. Los Ríos: 2022. [Consulta: 25 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2022/05/25/fenabe-advierete-caida-en-la-produccion-de-bananos-del-ecuador-y-llama-a-solucionar-problemas/>

**FES.** *Estado del banano en Ecuador: Acumulación, desigualdad y derechos laborales.* [Blog]. Ecuador: 2019. [Consulta: 25 de febrero del 2019]. Disponible en: <https://www.iee.org.ec/noticias/foro-de-discusion-sobre-acumulacion-derechos-laborales-y-desigualdad-el-estado-del-banano-en-ecuador.html>

**FIGUEROA, Lilian Elisa.** Geles de pectina con fibra dietaría. Aplicación en la elaboración de dulces de fruta saludables. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Doctorado). Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca-Argentina. 2019. pág. 10. [Consulta: 2019-10-02]. Disponible en: <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4524/TEISIS%20DOCTORAL%202019%20-%20FIGUEROA%20LILIAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**FRAGOSO JARILLO, Lorena.** Obtención de inulina y oligosacáridos derivados de la alcachofa. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad Anatomía de Madrid. Madrid-España. 2020. pág. 3. [Consulta: 2020-02-12]. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/176553/1/FragosoTFGinulina.pdf>

**FUENTES BARRIO, Lorenzo; ACEVEDO CORREA, Diofanor; & GELVEZ ORDOÑEZ, Víctor Manuel.** Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la

sociedad colombiana. *Scielo* [En línea], 2015, (Colombia), Vol. 13 (2), pág. 3. [Consulta: 16 de junio del 2015]. DOI: 10. 18684/BSAA(13)140-149. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n2/v13n2a16.pdf>

**GALLEGO, Sastre.** Fibra y prebióticos: conceptos y perspectivas. *Scielo* [En línea], 2016, (España), Vol. 26 (1), pág. 3. [Consulta: 09 de marzo del 2016]. ISSN 84.917. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-gastroenterologia-hepatologia-14-pdf-13043241>

**GALLO, Laura Andrea.** Aceptabilidad y beneficios de las semillas de psyllium. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad Fasta. Buenos Aires-Argentina. 2013. págs. 2-18. [Consulta: 2013-12-21]. Disponible en: [http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/bitstream/123456789/3105/2/2013\\_n\\_308.pdf](http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/bitstream/123456789/3105/2/2013_n_308.pdf)

**GAN.** *La fibra dietética. Gastronomía y nutrición.* [Blog]. 2019. [Consulta: 14 de noviembre del 2019]. Disponible en: [https://cursos.gan-bcn.com/cursosonline/admin/publics/upload/contenido/pdf\\_21031435051655.pdf](https://cursos.gan-bcn.com/cursosonline/admin/publics/upload/contenido/pdf_21031435051655.pdf)

**GARCÍAS, Ogilver.** Estudio del suero de queso de leche de vaca y propuesta para el reusó del mismo. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Instituto Politécnico Nacional. Tlaxcala-México. 2008. págs. 21-25. [Consulta: 2008-03-01]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/3514/ESTUDIODELSUERO.pdf?sequence=1>

**GAYBOR MURILLO, María Verónica.** Elaboración de una bebida a base de lactosuero con pulpa de guayaba (*Psidium guajava*). [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 2022. págs. 37-38. [Consulta: 2022-01-01]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/60746/1/BINGQ-MAPA-22M03.pdf>

**GIUTTA MÉNDEZ, María.** Desarrollo de una bebida a base de suero lácteo fermentado con cultivos probióticos. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 2013. págs. 14-15. [Consulta: 2013-01-01]. Disponible en: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2784/1/36374.pdf>

**GÓMEZ SOTO, James Andrés & SÁNCHEZ TORO, Óscar Julián.** Producción de Galactooligosacáridos: alternativa para el aprovechamiento del lactosuero. *redaly* [En línea], 2018, (España), Vol. 02 (1), pág. 2. [Consulta: 13 de octubre del 2018].Inde. 37.1.637. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/852/85263723008/>

**GUERRERO RODRÍGUEZ; et al.** Lactosuero y su problemática en el medio ambiente. *Campus irapuato* [En línea], 2020, (México), Vol. 45 (1), págs. 1-2. [Consulta: 10 de septiembre del 2020]. C.P. 42070. Disponible en: [https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI\\_MicroAlim/Javier\\_Castro/10.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_MicroAlim/Javier_Castro/10.pdf)

**GUEVARA ACOSTA, Luis Alfredo & LEÓN ARÉVALO, Roberto David.** Aprovechamiento del lactosuero dulce en la elaboración de un alimento enriquecido con *Hordeum vulgare* y *Passiflora edulis*. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 2019. págs. 28-40. [Consulta: 2019-08-01]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/46769/1/BINGQ-GS-19P78.pdf>

**GUTIÉRREZ ALVAREZ, Gilber; et al.** Bebida probiótica de lactosuero adicionada con pulpa de mango y almendras sensorialmente aceptable por adultos mayores. *ResearchGate* [En línea], 2012, (México), Vol. 11 (2), págs. 14-16. [Consulta: 26 de diciembre del 2012]. ISSN 2027-6850. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Maricruz-Castro-Mundo/publication/258519582\\_Bebida\\_probiotica\\_de\\_lactosuero\\_adicionada\\_con\\_pulpa\\_de\\_mango\\_y\\_almendras\\_sensorialmente\\_aceptable\\_por\\_adultos\\_mayores/links/54ebbbc10cf2082851be7cd6/Bebida-probiotica-de-lactosuero-adicionada-con-pulpa-de-mango-y-almendras-sensorialmente-aceptable-por-adultos-mayores.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Maricruz-Castro-Mundo/publication/258519582_Bebida_probiotica_de_lactosuero_adicionada_con_pulpa_de_mango_y_almendras_sensorialmente_aceptable_por_adultos_mayores/links/54ebbbc10cf2082851be7cd6/Bebida-probiotica-de-lactosuero-adicionada-con-pulpa-de-mango-y-almendras-sensorialmente-aceptable-por-adultos-mayores.pdf)

**GUTIÉRREZ BUITRAGO, Ana Marcela.** Desarrollo de Dulce de Leche (Arequipe) de bajo contenido calórico con utilización de sucralosa y polidextrosa. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá-Colombia. 2014, pág. 10. [Consulta: 2014-12-21]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/21945/261674.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**GUTIÉRREZ GONZALES, BALVÍN CALDERÓN & URGARTE MELÉNDEZ.** Formulacióny elaboración de una bebida probiótica fermentada a partir de lactosuero. *Cienciagro Limentaria* [En línea], 2019, (Perú), Vol. 1 (1), pág. 5. [Consulta: 12 de enero del 2019]. Disponible en: <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/jafs/article/view/547/751>

**HERNÁNDEZ AYALA; et al.** Bebida fermentada con probióticos y adicionada con nuez pecanera variedad Western. *Irapuato* [En línea], 2018, (Guanajuato), Vol. 01 (1), pág. 2. [Consulta: 15 de enero del 2018]. Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/5/60.pdf>

**JUÁREZ OSORIO, María.** Efecto de la adición de Psyllium Plantago en dietas enterales artesanales sobre los síntomas gastrointestinales de niños hospitalizados. *Iberopuebla.mx* [En línea], 2014, (España), Vol. 3 (1), págs. 3-4. [Consulta: 14 de diciembre del 2014]. Net/20.500.11777/206. Disponible en: <https://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/206/OSORIO%20M.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**KREZMANN; et al.** Procesamiento del lactosuero: elaboración de lactosa y aprovechamiento de proteínas. *Ciencia. Lasalle* [En línea], 2015, (Argentina), Vol. 44 (87), pág. 1. [Consulta: 01 de septiembre del 2015]. Disponible en: <http://www.publitec.com.ar/contenido/objetos/Procesamientodellactosuero.pdf>

**LADINO CARRILLO, Gabriel Andrés.** Evaluación técnico-económica preliminar de la producción industrial de una bebida láctea simbiótica fermentada a partir de suero lactosuero lácteo. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad de LASALLE. Bogotá-Colombia. 2021. pág. 5. [Consulta: 2021-05-06]. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1739&context=ing\\_alimentos](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1739&context=ing_alimentos)

**LAGUA CAGUANA, Roger Saúl.** Propiedades funcionales de la Inulina y sus derivados como ingredientes en formulaciones de productos alimenticios. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 2022. págs. 8-18. [Consulta: 2022-09-13]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35865/1/AL%20844.pdf>

**LARA FIALLOS, Marco; et al.** Avances en la producción de inulina. *Scielo* [En línea], 2017, (Cuba), Vol. 37 (2), págs. 1-6. [Consulta: 01 de agosto del 2017]. ISSN 2224-6185. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852017000200016&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2224-61852017000200016&script=sci_arttext&tlng=pt)

**LOHOZ, Elisabeth.** Fibra Soluble: Qué es, en Qué Alimentos se Encuentra y Cuáles son sus Beneficios. *Prokey* [En línea], 2018, (España), Vol. 1 (2), págs. 1-3. [Consulta: 12 de diciembre del 2018]. Disponible en: <https://prokeydrinks.com/que-es-fibra-soluble-beneficios-en-que-alimentos-se-encuentra/>

**LÓPEZ HERNÁNDEZ, Raúl Eduardo; et al.** Elaboración de una bebida simbiótica saborizada a partir de lactosuero. *Uaeh.edu.mx* [En línea], 2017, (México), Vol. 3 (1), págs. 1-2. [Consulta:

04 de mayo del 2017]. Disponible en:  
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/download/557/3473?inline=1>

**LÓPEZ MENDOZA, Juan Carlos.** Industrialización del banano en la provincia de Formosa. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad Tecnológica Nacional. Formosa-Perú. 2016. pág. 93. [Consulta: 2016-12-01]. Disponible en: [https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/2192/L%C3%B3pez Juan Carlos Tesis MAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/2192/L%C3%B3pez%20Juan%20Carlos%20Tesis%20MAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**LOZADA SOLIS, María de los Ángeles.** Microencapsulación de probióticos de yogur en presencia de inulina como prebiótico. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 2023. pág. 18. [Consulta: 2023-09-23]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/39298/1/CBT%20078.pdf>

**MACHACUAY CÓRDOVA, Santiago Mauro.** Determinación de las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales de una bebida fermentada probiótica a partir de lactosuero. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Junín-Perú. 2014. págs. 17-18. [Consulta: 2014-04-03]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3063/Machacuay%20Cordova.pdf?sequence=1>

**MADRIGAL, Lorena & SANGRONIS, Elba.** *La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales.* [Blog]. Caracas: 2023. [Consulta: 06 de mayo del 2023]. Disponible en: <https://wahlm-com.ngontinh24.com/article/la-inulina-y-derivados-como-ingredientes-claves-en-alimentos-funcionales>

**MARTÍNEZ CERVANTES; et al. 2019.** Valor Funcional de Bebidas Tradicionales con Posible Potencial Prebiótico. *JBCT* [En línea], 2019, (México), Vol. 11 (22), págs. 2-3. [Consulta: 25 de diciembre del 2019]. Disponible en: <http://www.biochemtech.uadec.mx/wp-content/uploads/2022/01/ValorFuncionalBebidasTradicionales.pdf>

**MAZA PEÑA, Paul David.** Obtención y caracterización de inulina a partir de raíz de dahlia (*dahlia sp.*), obtenida de la ciudad de Ayabaca, Piura. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad Nacional de Piura. Piura-Perú. 2015. pág. 12. [Consulta: 2015-04-23]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/608381953/Obtencion-y-Characterizacion-de-La-Inulina-a-Partir-de-La-Raiz-de-Dhalia>

**MCE.** *Informe sector bananero Ecuatoriano. Ministerio del Comercio* [En línea], Quito-Ecuador, 2019, págs. 2-3. [Consulta: 12 de junio del 2019]. Disponible en: <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-espa%C3%B1ol-04dic17.pdf>

**MONEREO MAGÍS, Susana; et al.** Papel de las bebidas fermentadas en el mantenimiento del peso perdido. *SciELO* [En línea], 2016, (España), Vol. 33 (4), pág. 3. [Consulta: 01 de septiembre del 2016]. ISSN 1699-5198. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112016001000009](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112016001000009)

**MONTERO MONGÓN, Luis Andrés. 2022.** Elaboración de una bebida probiótica a base de chirimoya (*annona cherimola*), pepino dulce (*solanum muricatum*) y kombucha. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2022. págs. 61-63. [Consulta: 2022-12-07]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19142/1/27T00667.pdf>

**MONTIJO PRIETO, Soumi Manitou.** Estudio del potencial probiótico de lactobacillus plantarum c4. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Posgrado). Universidad de Granada. Granada-España. 2017. pág. 12. [Consulta: 2017-01-01]. Disponible en: <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/49018/28915975.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**NARANJO ALTAMIRANO, Cristina Alexandra.** Elaboración de un bebida fermentada a base de suero lácteo con pulpa de manzana emilia (*malus comunis – L*). [En línea]. (Trabajo de titulación) (Posgrado). Universidad técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 2016. pág. 19. [Consulta: 2016-03-11]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3342/1/P81%20Ref.2970.pdf>

**NTE-INEN 0013.** *Leche. Determinación de la acidez titulable.*

**NTE-INEN 16.** *Leche. Determinación de proteínas.*

**NTE-INEN 380.** *Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico.*

**NTE-INEN 389.** *Conservas vegetales determinación de la concentración del ion hidrógeno (pH).*

**NTE-INEN 1334-2.** *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos.*

**NTE-INEN 1529-7.** *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de Microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias.*

**NTE-INEN 1529-8.** *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E.coli.*

**NTE-INEN 1529-10.** *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y Levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad.*

**NTE-INEN 2395.** *Leches Fermentadas. Requisitos.*

**NTE-INEN 2594.** *Suero de leche líquido. Requisitos.*

**NTE-INEN 2609.** *Bebidas de suero.*

**OCLA.** *Situación de la Lechería Mundial durante el año 2020.* [Blog]. 2022. [Consulta: 17 de enero del 2022]. Disponible en: <https://www.ocla.org.ar/contents/news/details/21526508-situacion-de-la-lecheria-mundial-durante-el-ano-2020>

**PAGLIONE, María Fernanda.** *Incorporación de polidextrosa en productos de panadería para reducir el valor calórico.* [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad FASTA. Buenos Aires- Argentina. 2017. págs. 31-33. [Consulta: 2017-10-03]. Disponible en: [http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/bitstream/123456789/3441/2/2010\\_N\\_070.pdf](http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/bitstream/123456789/3441/2/2010_N_070.pdf)

**PALENCIA ARGEL, Marcela Patricia.** *Desarrollo de una bebida natural con potencial simbiótico empleando frutos ricos en antocianinas.* [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá-Colombia. 2022. págs. 33-34. [Consulta: 2022-10-04]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/83727/1032464975.2022.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

**PARRA HUERTAS, Ricardo Adolfo.** *Lactosuero: importancia en la industria de alimentos.* *Scielo* [En línea], 2019, (Colombia), Vol. 10 (2), págs. 1-4. [Consulta: 01 de septiembre del 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>



**PARRA HUERTAS, Ricardo Adolfo & CAMPOS MONTIEL, Rafael Germán.** Evaluación del comportamiento de un reactor UASB con diferentes cargas orgánicas provenientes de lactosuero. *Scielo* [En línea], 2014, (Colombia), Vol. 9 (1), pág. 2. [Consulta: 01 de junio del 2014]. ISSN 1909-0455. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552014000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552014000100002&script=sci_arttext)

**PUSAY GUANGA, Nataly Geovanna.** Desarrollo de un jugo funcional con la adición de un producto simbiótico a base de lactobacilos e inulina.. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2018. págs. 39-40. [Consulta: 2018-06-04]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/10398/1/27T0401.pdf>

**QUITRAL, Vilma; et al.** Efecto de inulina en la saciedad en humanos. *Scielo* [En línea], 2018, (Colombia), Vol. 20 (1) págs. 3-4. [Consulta: 01 de julio del 2018]. ISSN 0124-4108. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-41082018000100079](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082018000100079)

**RICAURTE ORTIZ, Paul; RODAS ESPINOZA, Sonia; & MÁRMOL CUADRADO, Luis.** Obtención de una bebida simbiótica a partir de suero dulce de quesería. *Industrial Data* [En línea], 2017, (Colombia), Vol. 20 (2), págs. 2-9. [Consulta: 14 de julio del 2017]. ISSN 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81653909001.pdf>

**RIVERA FLORES, Viviana Karina.** Efecto del Estado de Madurez del Banano Cavendish en las propiedades de Hidratación de la Harina y Gel. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. 2014. págs. 3-4. [Consulta: 2014-12-17]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/23f09af7-62de-4869-bf4a-4e0e6dd502eb/D-79916.pdf>

**RODRÍGUEZ BASANTES, Adriana Isabel; et al.** Elaboración de una bebida a base de suero lácteo y pulpa de *Theobroma grandiflorum*. *Scielo* [En línea], 2020, (Colombia), Vol. 18 (2), pág. 6. [Consulta: 02 de Junio del 2020]. ISSN 1692-3561. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612020000200166](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612020000200166)

**RODRIGUEZ MATEUS, Natalia Yineth.** Elaboración de una bebida probiótica fermentada de lactosuero inoculada con bacterias ácido lácticas. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Zipaquirá-Colombia. 2022. págs. 12-15. [Consulta: 2022-10-02]. Disponible en:

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/52033/1070006635.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**RONDON, Lisett; et al.** Probióticos: generalidades. *Scielo* [En línea], 2015, (Caracas), Vol. 78 (4), pág. 4. [Consulta: 10 de marzo del 2020]. ISSN 0004-0649. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06492015000400006](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06492015000400006)

**ROSERO MUÑOZ, María José.** Desarrollo de una jalea de guanábana (*annona muricata L.*) Con polidextrosa. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador. 2012. págs. 10-11. [Consulta: 2012-04-02]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3638/1/102450.pdf>

**ROSERO, María José; et al.** Evaluación de diferentes niveles de polidextrosa y azúcar en la elaboración de una jalea de guanábana (*Annona muricata L.*). *Avances en ciencias e ingenierías* [En línea], 2013, (Ecuador), Vol. 02 (3), pág. 1. [Consulta: 07 de abril del 2013]. Disponible en: <file:///C:/Users/DELL/Downloads/administrator,+C9-5-1-2013.pdf>

**RUIZ DIAZ, Faustino.** Efectos del proceso de elaboración de queso en el contenido proteico y microbiológico del lactosuero. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad Nacional Autónoma de Chota. Chota-Cjamarca. 2019. págs. 10-17. [Consulta: 2019-02-23]. Disponible en: <https://repositorio.unach.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14142/291/Lactosuero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**SÁNCHEZ CENTENO, Celia.** Incorporación del psyllium en productos alimentarios tipo pudding. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Universidad Valladolid. Valladolid-España. 2018. págs. 4-5. [Consulta: 2018-02-19]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37290/TFM-L471.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**SIERRA AGUDELO, Carlos Augusto.** Aprovechamiento del lactosuero para el desarrollo de un prototipo en la empresa delyosos sas. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Medellín-Colombia. 2020. págs. 11-51. [Consulta: 2020-04-01]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/35562/CASIERRAAG.pdf?sequence=1>

**SILVA BELORIO, Mayara López.** Empleo del psyllium para el desarrollo de nuevos productos a base de cereales. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Doctorado). Universidad de Valladolid. Valladolid-España. 2018. págs. 4-27. [Consulta: 2018-06-14]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/43503/TESIS-1762-201110%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**SILVA SOUZA, Suene Vanessa; et al.** El consumo de la povidexrosa previene la obesidad y sus comorbilidades en ratas alimentados con dieta hipercalórica. *Scielo* [En línea], 2020, (Brasil), Vol. 47 (1), pág. 2. [Consulta: 01 de febrero del 2020]. ISSN 0717-7518. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182020000100006](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182020000100006)

**TRIVIÑO MÉNDEZ, Karen Lorena.** Evaluación del prebiótico citromarine en primeras etapas de crecimiento de alevinos de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de grado). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Santa Marta-Colombia. 2020. pág. 3. [Consulta: 2020-03-06]. Disponible en: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/18667/Informe%20Final%20LTM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**TSI.** *Propiedades y beneficios de la povidexrosa.* [Blog]. 2020. [Consulta: 24 de febrero del 2020]. Disponible en: <https://tecnosolucionescr.net/blog/313-propiedades-y-beneficios-de-la-povidexrosa>

**VELASQUEZ TELLEZ, John Alexander; et al.** Crecimiento de lactobacillus casei ssp casei atcc 393 en suero clarificado. *Scielo* [En línea], 2015, (Colombia), Vol. 13 (1) pág. 2. [Consulta: 17 de abril del 2015]. ISSN 1692-3561. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-35612015000100003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612015000100003)

**VILLACIS SÁNCHEZ, Yessenia Nicole.** Elaboración de una bebida funcional mediante fermentación a base de frutos rojos y Lactobacillus casei. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2022. págs. 9-26. [Consulta: 2022-08-08]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/18811/1/27T00598.pdf>

**VILLARREAL, José.** *Cultivo de banano.* [Blog]. 2017. [Consulta: 27 de enero del 2017]. Disponible en:

<https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/10196/course/section/2634/CULTIVO%20DE%20BANANO%202017.pdf>

**VIVEROS PÉREZ, Daniel Luis.** Aprovechamiento de hortalizas para la elaboración de un sazón con potencial antioxidante. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de grado). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco-México. 2019. pág. 13. [Consulta: 2019-06-07]. Disponible en: [https://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/3515/1/Tesis\\_LUIS\\_DANIEL.pdf](https://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/3515/1/Tesis_LUIS_DANIEL.pdf)

**YANCHATIPAN LÁRRAGA, Jeniffer Lizeth.** Estudio de pretratamientos para desengrasar suero de queso fresco. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Titulación de grado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito-Ecuador. 2017. pág. 22. [Consulta: 2017-09-01]. Disponible en: [https://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/16714/69662\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/16714/69662_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**ZAMORA, Isabel & BARBOZA, Yasmína.** Consumo de alimentos funcionales por estudiantes universitarios Ecuatorianos. *Scielo* [En línea], 2021, (Ecuador), Vol. 33 (1) pág. 2. [Consulta: 01 de abril del 2021]. ISSN 0798-0752. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-07522020000100014](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522020000100014)



## ANEXOS

### ANEXO A: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA DE LACTOSUERO

% de pulpa de banano (Factor A)	Tipo de fibras solubles (Factor B)	Rep.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO				
			Ph	Acidez Total (%)	Proteína (%)	Sólidos solubles (°Brix)	Contenido de fibra (%)
3%	Polidextrosa	1	3,3	0,558	1,15	7,7	0,5
3%	Polidextrosa	2	3,2	0,495	1	7,5	0,5
3%	Polidextrosa	3	3,3	0,558	0,97	7,3	0,5
3%	Inulina	1	3,2	0,477	1,35	7,7	0,5
3%	Inulina	2	3,3	0,54	1,44	7,8	0,5
3%	Inulina	3	3,1	0,432	1,29	7,7	0,5
3%	Psyllium	1	3,2	0,468	2,55	8,2	0,5
3%	Psyllium	2	3,1	0,414	2,77	8,1	0,5
3%	Psyllium	3	3	0,369	2,56	8,3	0,5
6%	Polidextrosa	1	3,3	0,576	1,12	8	0,5
6%	Polidextrosa	2	3,3	0,576	1,64	7,6	0,5
6%	Polidextrosa	3	3,3	0,576	1,26	8,3	0,5
6%	Inulina	1	3,3	0,504	1,37	8,3	0,5
6%	Inulina	2	3,3	0,558	1,85	7,5	0,5
6%	Inulina	3	3,2	0,495	1,66	8,4	0,5
6%	Psyllium	1	3,2	0,477	3,37	8,9	0,5
6%	Psyllium	2	3,2	0,477	3,48	9,2	0,5
6%	Psyllium	3	3,2	0,477	3,12	8,9	0,5
9%	Polidextrosa	1	3,4	0,63	2,22	9,8	0,5
9%	Polidextrosa	2	3,4	0,63	1,96	10	0,5
9%	Polidextrosa	3	3,5	0,684	2,04	8,9	0,5
9%	Inulina	1	3,4	0,603	2,23	8,8	0,5
9%	Inulina	2	3,4	0,612	2,37	9,9	0,5
9%	Inulina	3	3,4	0,612	2,16	9,6	0,5
9%	Psyllium	1	3,4	0,594	3,67	9,9	0,5
9%	Psyllium	2	3,2	0,486	3,59	10	0,5
9%	Psyllium	3	3,3	0,504	3,9	10	0,5

**ANEXO B: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA DE LACTOSUERO**

Niveles de banano Factor A	Tipo de fibra solubles Factor B	Rep.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
			Escherichia coli (UFC/ml)	Coliformes totales (UFC/ml)	Mohos y levaduras (UFC/ml)	Bacterias Probióticas (UFC/ml)
3%	Polidextrosa	1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2,25x10 <sup>6</sup>
3%	Polidextrosa	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2,36x10 <sup>6</sup>
3%	Polidextrosa	3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2,49x10 <sup>6</sup>
3%	Inulina	1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2,12x10 <sup>6</sup>
3%	Inulina	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2,36x10 <sup>6</sup>
3%	Inulina	3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2,47x10 <sup>6</sup>
3%	Psyllium	1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	3,64x10 <sup>6</sup>
3%	Psyllium	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	3,88x10 <sup>6</sup>
3%	Psyllium	3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	3,99x10 <sup>6</sup>
6%	Polidextrosa	1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2,56x10 <sup>6</sup>
6%	Polidextrosa	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2,77x10 <sup>6</sup>
6%	Polidextrosa	3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2,80x10 <sup>6</sup>
6%	Inulina	1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2,54x10 <sup>6</sup>
6%	Inulina	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2,82x10 <sup>6</sup>
6%	Inulina	3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	3,21x10 <sup>6</sup>
6%	Psyllium	1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	3,77x10 <sup>6</sup>
6%	Psyllium	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	4,10x10 <sup>6</sup>
6%	Psyllium	3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	4,25x10 <sup>6</sup>
9%	Polidextrosa	1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2,60x10 <sup>6</sup>
9%	Polidextrosa	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	3,01x10 <sup>6</sup>
9%	Polidextrosa	3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	3,08x10 <sup>6</sup>
9%	Inulina	1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	2,88x10 <sup>6</sup>
9%	Inulina	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	3,03x10 <sup>6</sup>
9%	Inulina	3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	3,16x10 <sup>6</sup>
9%	Psyllium	1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	4,51x10 <sup>6</sup>
9%	Psyllium	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	4,31x10 <sup>6</sup>
9%	Psyllium	3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	4,36x10 <sup>6</sup>

**ANEXO C: FICHA DE LA PRUEBA DE AFECTIVIDAD DE LA ESCALA HEDÓNICA EN LA BEBIDA SIMBIÓTICA DE LACTOSUERO**



**"ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO" FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS CARRERA DE AGROINDUSTRIA**



**FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

**"ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA SIMBIÓTICA DE LACTOSUERO CON DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE BANANO (*Musa paradisiaca*) Y ENRIQUECIDA CON TRES TIPOS DE FIBRAS SOLUBLES"**

**DATOS:**

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**MUESTRA:** Bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano (*musa paradisiaca*) y enriquecida con tres tipos de fibras solubles.

**INSTRUCCIONES**

A continuación, se le presenta a usted 9 muestras de Bebida Simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de pulpa de banano y enriquecida con tres tipos de fibras solubles. Por favor inicie la degustación, seleccione el nivel de agrado en base a la escala mostrada y coloque el puntaje que usted considere adecuado para evaluar los atributos de cada muestra.

**Nota:** Para limpiar el paladar entre muestra y muestra consumir la galleta.

PUNTAJE	NIVEL DE AGRADO
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	Ni me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

CARACTERÍSTICAS A EVALUAR	MUESTRAS								
	123	256	390	459	505	686	697	788	909
Textura									
Color									
Olor									
Sabor									

**GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN**

**ANEXO D: RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA**

<b>Tratamientos</b>	<b>Panelista</b>	<b>Textura</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>
T1	1	2	3	1	2
T1	2	4	4	3	2
T1	3	3	2	4	3
T1	4	2	2	1	2
T1	5	1	2	2	2
T1	6	3	4	2	2
T1	7	2	2	2	1
T1	8	3	3	4	2
T1	9	4	3	2	1
T1	10	4	4	4	3
T1	11	4	4	3	2
T1	12	4	3	2	1
T1	13	3	4	3	4
T1	14	3	2	2	2
T1	15	4	3	2	4
T1	16	5	4	3	4
T1	17	2	2	3	2
T1	18	4	3	2	3
T1	19	2	2	4	1
T1	20	3	3	2	3
T1	21	4	5	3	2
T1	22	4	5	3	2
T1	23	2	2	2	1
T1	24	4	4	2	1
T1	25	3	3	2	2
T1	26	3	3	3	2
T1	27	3	5	2	2
T1	28	3	5	5	1
T1	29	4	5	3	3
T1	30	3	2	1	1
T2	1	2	3	1	2
T2	2	3	4	2	2
T2	3	3	3	4	3
T2	4	2	1	2	2
T2	5	1	2	2	2
T2	6	3	4	2	1
T2	7	2	3	2	2
T2	8	2	2	3	3
T2	9	4	3	2	1
T2	10	4	4	4	4
T2	11	3	4	2	2
T2	12	3	4	3	3
T2	13	3	4	3	3



T2	14	3	2	4	4
T2	15	2	3	2	3
T2	16	4	4	2	3
T2	17	2	2	2	3
T2	18	2	3	4	3
T2	19	2	2	3	2
T2	20	4	4	3	4
T2	21	4	4	3	3
T2	22	2	2	3	3
T2	23	4	4	1	2
T2	24	3	3	3	3
T2	25	2	3	3	3
T2	26	4	5	2	3
T2	27	4	5	5	1
T2	28	5	4	3	4
T2	29	2	3	3	1
T2	30	3	3	2	3
T3	1	3	3	1	2
T3	2	4	4	3	3
T3	3	4	3	5	5
T3	4	1	2	1	3
T3	5	2	3	2	2
T3	6	4	4	2	2
T3	7	2	2	3	2
T3	8	3	2	3	2
T3	9	4	3	4	3
T3	10	5	5	4	5
T3	11	3	3	2	2
T3	12	3	3	4	1
T3	13	4	3	3	4
T3	14	3	3	4	3
T3	15	1	3	2	2
T3	16	2	3	1	1
T3	17	3	3	3	3
T3	18	3	3	4	3
T3	19	3	3	4	2
T3	20	4	4	3	4
T3	21	5	4	3	4
T3	22	4	4	2	4
T3	23	3	4	1	2
T3	24	3	3	2	4
T3	25	3	3	4	4
T3	26	4	5	1	3
T3	27	5	5	3	5
T3	28	5	4	3	4
T3	29	3	2	3	1

T3	30	3	3	3	3
T4	1	2	3	1	3
T4	2	3	4	2	2
T4	3	3	3	3	2
T4	4	2	3	1	3
T4	5	2	2	1	1
T4	6	4	4	3	3
T4	7	2	2	3	2
T4	8	2	2	3	2
T4	9	4	3	4	3
T4	10	4	4	5	3
T4	11	3	4	2	3
T4	12	3	3	3	2
T4	13	3	3	4	3
T4	14	4	4	3	4
T4	15	3	3	2	3
T4	16	1	3	2	2
T4	17	1	3	3	1
T4	18	2	3	3	2
T4	19	4	2	4	1
T4	20	2	3	3	3
T4	21	4	4	1	2
T4	22	3	4	3	3
T4	23	4	4	1	3
T4	24	3	3	3	3
T4	25	3	4	4	3
T4	26	5	5	3	3
T4	27	3	5	5	3
T4	28	4	5	4	4
T4	29	3	3	3	3
T4	30	2	3	3	2
T5	1	2	3	2	3
T5	2	4	4	2	3
T5	3	3	3	3	4
T5	4	3	3	2	3
T5	5	1	1	3	2
T5	6	4	4	4	4
T5	7	2	3	2	1
T5	8	4	3	4	1
T5	9	4	3	5	4
T5	10	4	4	4	4
T5	11	3	3	2	3
T5	12	3	3	4	3
T5	13	4	4	4	4
T5	14	3	3	4	3
T5	15	3	3	2	5

T5	16	2	3	3	4
T5	17	2	3	3	3
T5	18	2	3	2	2
T5	19	2	3	4	2
T5	20	4	4	4	5
T5	21	5	4	2	4
T5	22	3	2	2	3
T5	23	4	4	1	4
T5	24	4	3	3	4
T5	25	4	3	3	4
T5	26	5	4	4	4
T5	27	2	5	5	5
T5	28	4	5	3	5
T5	29	3	3	3	4
T5	30	2	3	2	2
T6	1	3	3	2	3
T6	2	4	4	3	3
T6	3	4	3	5	5
T6	4	2	3	4	4
T6	5	2	1	1	1
T6	6	4	4	4	4
T6	7	4	4	3	3
T6	8	3	3	4	3
T6	9	4	3	5	4
T6	10	4	4	5	4
T6	11	3	3	2	3
T6	12	4	3	4	2
T6	13	4	4	4	4
T6	14	3	3	4	4
T6	15	4	3	2	1
T6	16	3	2	1	1
T6	17	2	2	3	3
T6	18	4	4	4	4
T6	19	3	3	4	1
T6	20	5	5	5	5
T6	21	5	4	1	4
T6	22	2	1	2	1
T6	23	4	4	2	4
T6	24	4	4	3	4
T6	25	4	3	4	4
T6	26	3	5	4	4
T6	27	3	5	5	2
T6	28	4	4	4	5
T6	29	3	2	2	1
T6	30	4	3	2	4
T7	1	3	3	2	3

T7	2	4	4	4	4
T7	3	3	3	5	3
T7	4	3	4	3	3
T7	5	2	1	2	2
T7	6	4	4	4	4
T7	7	3	4	3	3
T7	8	2	2	3	3
T7	9	4	3	5	4
T7	10	4	4	5	5
T7	11	4	4	2	3
T7	12	3	3	4	4
T7	13	4	4	4	5
T7	14	3	3	3	4
T7	15	4	3	2	3
T7	16	4	1	3	2
T7	17	2	3	3	2
T7	18	3	3	3	2
T7	19	2	3	4	2
T7	20	3	2	4	3
T7	21	5	4	2	4
T7	22	2	1	1	2
T7	23	4	4	1	4
T7	24	3	4	4	3
T7	25	3	4	4	4
T7	26	3	5	4	4
T7	27	3	5	5	2
T7	28	5	4	4	5
T7	29	2	3	2	1
T7	30	3	4	3	3
T8	1	3	3	2	3
T8	2	4	4	4	4
T8	3	4	3	5	4
T8	4	4	3	3	4
T8	5	2	2	2	1
T8	6	4	4	4	4
T8	7	4	4	3	3
T8	8	3	3	4	4
T8	9	4	3	5	5
T8	10	5	5	4	5
T8	11	4	4	3	4
T8	12	3	3	4	3
T8	13	4	5	4	5
T8	14	4	3	4	5
T8	15	3	3	2	4
T8	16	4	2	3	1
T8	17	3	3	3	3

T8	18	2	2	4	2
T8	19	3	3	2	2
T8	20	4	4	4	3
T8	21	5	4	3	5
T8	22	2	1	1	2
T8	23	4	4	3	5
T8	24	4	4	4	4
T8	25	4	4	3	4
T8	26	2	5	3	4
T8	27	2	5	5	5
T8	28	4	5	3	5
T8	29	3	2	3	3
T8	30	4	3	3	3
T9	1	4	3	2	4
T9	2	4	4	3	3
T9	3	5	3	5	5
T9	4	5	5	4	5
T9	5	2	1	2	1
T9	6	4	4	4	5
T9	7	3	3	2	3
T9	8	2	3	2	4
T9	9	5	5	5	5
T9	10	5	5	5	5
T9	11	4	4	3	5
T9	12	3	3	4	4
T9	13	5	5	4	5
T9	14	4	4	3	5
T9	15	2	3	2	4
T9	16	3	1	2	2
T9	17	1	2	3	2
T9	18	2	2	2	3
T9	19	3	2	4	3
T9	20	4	3	4	5
T9	21	5	5	4	5
T9	22	3	1	2	1
T9	23	5	4	1	5
T9	24	5	5	5	5
T9	25	4	4	4	5
T9	26	2	5	3	5
T9	27	2	5	5	1
T9	28	4	4	4	4
T9	29	3	2	2	1
T9	30	3	3	3	3

## ANEXO E: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PH

Variable	N	R2	R2 AJ	CV
pH	27	0,76	0,65	2,04

### Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor
Niveles de pulpa de banano (Factor A)	0,17	2	0,13	18,58	<0,0001
Tipos de Fibra Soluble (Factor B)	0,08	2	0,05	9,33	0,0017
Niveles de pulpa de banano * Tipos de Fibra Soluble	3,7E-03	4	9,3E-04	0,21	0,9304
Error	0,08	18	4,4E-03		
Total	0,33	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09823

Error: 0,0067 gl:18

Niveles de pulpa de banano (Factor A)	Medias	n	E. E	
9%	3,38	9	0,02	A
6%	3,26	9	0,02	B
3%	3,19	9	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Tipos de fibra solubles (Factor B)	Medias	n	E. E	
Polidextrosa	3,33	9	0,02	A
Inulina	3,29	9	0,02	A
Psyllium	3,20	9	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Niveles de pulpa de banano (Factor A)	Tipos de fibra soluble (Factor B)	Medias	n	E. E	
9%	Polidextrosa	3,43	3	0,04	A
9%	Inulina	3,40	3	0,04	A
9%	Psyllium	3,30	3	0,04	A B
6%	Polidextrosa	3,30	3	0,04	A B
6%	Inulina	3,27	3	0,04	A B C
3%	Polidextrosa	3,27	3	0,04	A B C
3%	Inulina	3,20	3	0,04	B C
6%	Psyllium	3,20	3	0,04	B C
3%	Psyllium	3,10	3	0,04	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## ANEXO F: ANÁLISIS DE VARIANZA DE ACIDEZ TOTAL

Variable	N	R2	R2 AJ	CV
Acidez Total (%)	27	0,83	0,76	6,92

### Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor
Niveles de pulpa de banano (Factor A)	0,06	2	0,03	22,65	<0,0001
Tipos de Fibra Soluble (Factor B)	0,06	2	0,03	21,23	<0,0001
Niveles de pulpa de banano * Tipos de Fibra Soluble	1,3E-03	4	3,1E-04	0,23	0,9175
Error	0,02	18	1,4E-03		
Total	0,14	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09823

Error: 0,0020 gl:18

Niveles de pulpa de banano (Factor A)	Medias	n	E. E	
9%	0,60	9	0,01	A
6%	0,52	9	0,01	B
3%	0,48	9	0,01	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Tipos de fibra solubles (Factor B)	Medias	n	E. E	
Polidextrosa	0,59	9	0,01	A
Inulina	0,54	9	0,01	B
Psyllium	0,47	9	0,01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Niveles de pulpa de banano (Factor A)	Tipos de fibra soluble (Factor B)	Medias	n	E. E	
9%	Polidextrosa	0,65	3	0,02	A
9%	Inulina	0,61	3	0,02	A B
6%	Polidextrosa	0,58	3	0,02	A B
3%	Polidextrosa	0,54	3	0,02	B C
9%	Psyllium	0,53	3	0,02	B C
6%	Inulina	0,52	3	0,02	B C D
3%	Inulina	0,48	3	0,02	C D
6%	Psyllium	0,48	3	0,02	C D
3%	Psyllium	0,42	3	0,02	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## ANEXO G: ANÁLISIS DE VARIANZA DE PROTEÍNA

Variable	N	R2	R2 AJ	CV
Proteína (%)	27	0,98	0,97	7,75

### Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor
Niveles de pulpa de banano (Factor A)	4,60	2	2,30	82,69	<0,0001
Tipos de Fibra Soluble (Factor B)	15,82	2	7,91	284,33	<0,0001
Niveles de pulpa de banano * Tipos de Fibra Soluble	0,19	4	0,05	1,75	0,1830
Error	0,50	18	0,03		
Total	21,12	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09823

Error: 0,0278 gl:18

Niveles de pulpa de banano (Factor A)	Medias	n	E. E	
9%	2,68	9	0,06	A
6%	2,10	9	0,06	B
3%	1,68	9	0,06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Tipos de fibra solubles (Factor B)	Medias	n	E. E	
Psyllium	3,22	9	0,06	A
Inulina	1,75	9	0,06	B
Polidextrosa	1,48	9	0,06	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Niveles de pulpa de banano (Factor A)	Tipos de fibra soluble (Factor B)	Medias	n	E. E	
9%	Psyllium	3,72	3	0,10	A
6%	Psyllium	3,32	3	0,10	A
3%	Psyllium	6,63	3	0,10	B
9%	Inulina	2,25	3	0,10	B C
9%	Polidextrosa	2,07	3	0,10	C D
6%	Inulina	1,63	3	0,10	D E
3%	Inulina	1,36	3	0,10	E F
6%	Polidextrosa	1,34	3	0,10	E F
3%	Polidextrosa	1,04	3	0,10	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



## ANEXO H: ANÁLISIS DE VARIANZA DE SÓLIDOS SOLUBLES

Variable	N	R2	R2 AJ	CV
Sólidos solubles (°Brix)	27	0,90	0,85	4,10

### Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor
Niveles de pulpa de banano (Factor A)	16,22	2	8,11	65,15	<0,0001
Tipos de Fibra Soluble (Factor B)	2,78	2	1,39	11,15	0,0007
Niveles de pulpa de banano * Tipos de Fibra Soluble	0,40	4	0,10	0,80	0,5422
Error	2,24	18	0,12		
Total	21,63	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09823

Error: 0,1626 gl:18

Niveles de pulpa de banano (Factor A)	Medias	n	E. E	
9%	9,66	9	0,12	A
6%	8,34	9	0,12	B
3%	7,81	9	0,12	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Tipos de fibra solubles (Factor B)	Medias	n	E. E	
Psyllium	9,06	9	0,12	A
Inulina	8,41	9	0,12	B
Polidextrosa	8,34	9	0,12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Niveles de pulpa de banano (Factor A)	Tipos de fibra soluble (Factor B)	Medias	n	E. E	
9%	Psyllium	9,97	3	0,20	A
9%	Polidextrosa	9,57	3	0,20	A
9%	Inulina	9,43	3	0,20	A
6%	Psyllium	9,00	3	0,20	A B
3%	Psyllium	8,20	3	0,20	B C
6%	Inulina	8,07	3	0,20	B C
6%	Polidextrosa	7,97	3	0,20	C
3%	Inulina	7,73	3	0,20	C
3%	Polidextrosa	7,50	3	0,20	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## ANEXO I: ANÁLISIS DE VARIANZA DE CONTENIDO DE FIBRA SOLUBLE

Variable	N	R2	R2 AJ	CV
Contenido de fibra (%)	27	sd	sd	0,00

### Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor
Niveles de pulpa de banano (Factor A)	0,00	2	0,00	sd	sd
Tipos de Fibra Soluble (Factor B)	0,00	2	0,00	sd	sd
Niveles de pulpa de banano * Tipos de Fibra Soluble	0,00	4	0,00	sd	sd
Error	0,00	18	0,00		
Total	0,00	26			

## ANEXO J: ANÁLISIS DE VARIANZA DE CONTENIDO DE BACTERIAS PROBIÓTICAS

Variable	N	R2	R2 AJ	CV
Bacterias Probióticas	27	0,95	0,93	6,39

### Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F. V	SC	gl	CM	F	P-valor
Niveles de pulpa de banano (Factor A)	$1,6 \times 10^{11}$	2	$8,2 \times 10^{11}$	20,02	<0,0001
Tipos de Fibra Soluble (Factor B)	$1,2 \times 10^{12}$	2	$5,9 \times 10^{12}$	143,54	<0,0001
Niveles de pulpa de banano * Tipos de Fibra Soluble	$9,6 \times 10^9$	4	$2,4 \times 10^{10}$	0,59	0,6735
Error	$7,3 \times 10^{10}$	18	$4,1 \times 10^{10}$		
Total	$1,4 \times 10^{12}$	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09823

Error:  $4,1 \times 10^{10}$  gl: 18

Niveles de pulpa de banano (Factor A)	Medias	n	E. E	
9%	$3,4 \times 10^6$	9	$6,7 \times 10^4$	A
6%	$3,2 \times 10^6$	9	$6,7 \times 10^4$	A
3%	$2,8 \times 10^6$	9	$6,7 \times 10^4$	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Tipos de fibra solubles (Factor B)	Medias	n	E. E	
Psyllium	$4,1 \times 10^6$	9	$6,7 \times 10^4$	A
Inulina	$2,7 \times 10^6$	9	$6,7 \times 10^4$	B
Polidextrosa	$2,6 \times 10^6$	9	$6,7 \times 10^4$	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Niveles de pulpa de banano (Factor A)	Tipos de fibra soluble (Factor B)	Medias	n	E. E	
9%	Psyllium	4,4x10 <sup>6</sup>	3	0,23	A
6%	Psyllium	4,0x10 <sup>6</sup>	3	0,23	A
3%	Psyllium	3,8x10 <sup>6</sup>	3	0,23	A
9%	Inulina	3,0x10 <sup>6</sup>	3	0,23	B
9%	Polidextrosa	2,9x10 <sup>6</sup>	3	0,23	B C
6%	Inulina	2,85x10 <sup>6</sup>	3	0,23	B C
6%	Polidextrosa	2,7x10 <sup>6</sup>	3	0,23	B C
3%	Polidextrosa	2,36x10 <sup>6</sup>	3	0,23	C D
3%	Inulina	2,31x10 <sup>6</sup>	3	0,23	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

## ANEXO K: ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA TEXTURA DE LA BEBIDA SIMBIOTICA.

### Prueba de Kruskal Wallis

Variable	N	Medias	D.E	Medianas	Promedio	Rangos	gl	C	H	p
Textura	30	3,17	0,91	3		129,85	8	0,91	12,57	0,0880
Textura	30	2,90	0,96	3		108,67				
Textura	30	3,30	1,06	3		139,45				
Textura	30	2,93	0,98	3		112,42				
Textura	30	3,17	1,02	3		130,00				
Textura	30	3,50	0,82	4		155,30				
Textura	30	3,23	0,86	3		132,27				
Textura	30	3,50	0,86	4		155,92				
Textura	30	3,53	1,20	4		155,63				

## ANEXO L: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL COLOR DE LA BEBIDA SIMBIOTICA.

Variable	N	Medias	D.E	Medianas	Promedio	Rangos	gl	C	H	p
Color	30	3,27	1,08	3		128,05	8	0,90	1,51	0,9894
Color	30	3,23	0,97	3		129,53				
Color	30	3,30	0,84	3		130,03				
Color	30	3,37	0,85	3		136,33				
Color	30	3,30	0,79	3		132,17				
Color	30	3,30	1,02	3		135,47				
Color	30	3,30	1,06	4		139,07				
Color	30	3,43	1,04	3		143,22				
Color	30	3,43	1,30	4		145,63				

### ANEXO M: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL OLOR DE LA BEBIDA SIMBIOTICA.

Variable	N	Medias	D.E	Medianas	Promedio	Rangos	gl	C	H	p
Olor	30	2,57	0,97	3		104,45	8	0,93	16,51	0,0239
Olor	30	2,67	0,92	3		111,15				
Olor	30	2,77	1,10	3		121,75				
Olor	30	2,83	1,12	3		125,90				
Olor	30	3,03	1,03	3		137,17				
Olor	30	3,27	1,28	4		153,92				
Olor	30	3,27	1,14	3		154,00				
Olor	30	3,33	0,96	3		159,18				
Olor	30	3,27	1,17	3		151,98				

Trat.	Medianas	Ranks	
T1	2	104,45	A
T2	3	111,15	A
T3	3	121,75	AB
T4	3	125,90	AB
T5	3	137,17	AB
T6	3	153,92	B
T7	4	154,00	B
T8	3	159,18	B
T9	3	151,98	B

Medias con una letras común no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ )

### ANEXO N: ANÁLISIS DE VARIANZA DEL SABOR DE LA BEBIDA SIMBIOTICA.

Variable	N	Medias	D.E	Medianas	Promedio	Rangos	gl	C	H	p
Sabor	30	2,10	0,92	2		75,83	8	0,95	47,34	<0,0001
Sabor	30	2,60	0,89	3		107,13				
Sabor	30	2,93	1,17	3		128,05				
Sabor	30	2,57	0,77	3		103,85				
Sabor	30	3,40	1,10	4		159,33				
Sabor	30	3,17	1,32	4		147,03				
Sabor	30	3,20	1,03	3		145,02				
Sabor	30	3,63	1,19	4		173,08				
Sabor	30	3,77	1,45	4		180,17				

Trat.	Medianas	Ramks	
T1	2	75,83	A
T2	3	107,13	ABC
T3	3	128,05	BCD
T4	3	103,85	AB
T5	4	159,33	DE
T6	4	147,03	DE
T7	4	145,02	CDE
T8	4	173,08	E
T9	4	180,17	E

Medias con una letras común no son significativamente diferentes ( $P > 0,05$ )

### ANEXO Ñ: ELABORACIÓN DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA LACTOSUERO



Fibras solubles



Control de temperatura de la materia prima



Filtrado del lactosuero



Enfriamiento del lactosuero



Pesado del lactobacillus



Adición del lactobacillus



Esterilización de los envases



Incubación del lactosuero



Pesado del banano



Pesado de las fibras



Mezcla de la fibra y de la pulpa en el lactosuero



Refrigeración del producto obtenido

### ANEXO O: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA



Determinación de pH



Determinación de acidez total (%)



Determinación de sólidos solubles (°Brix)



Determinación de proteína

**INFORME DE ANÁLISIS**

Fecha: 10 de agosto del 2023  
Análisis solicitado por: Sr. Rudy Ariel Zambrano Cedeño  
Tipo de muestras: Bebida Simbiótica  
Localidad: Riobamba

**BEBIDA SIMBIÓTICA DE LACTOSUERO CON DIFERENTES NIVELES DE PULPA DE BANANO (*Musa paradisiaca*) Y ENRIQUECIDA CON TRES TIPOS DE FIBRAS SOLUBLES.**

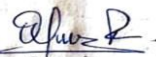
**DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA**

Tratamientos	Unid.	Resultados		
		R1	R2	R3
T1	%	1.15	1.0	0.97
T2	%	1.12	1.64	1.26
T3	%	2.22	1.96	2.04
T4	%	1.35	1.44	1.29
T5	%	1.37	1.85	1.66
T6	%	2.23	2.37	2.16
T7	%	2.55	2.77	2.56
T8	%	3.27	3.48	3.12
T9	%	3.67	3.59	3.90

Método de análisis: *microkjeldhal*

Observaciones:

Atentamente.



**SAQMIC** Servicio de Análisis Químicos y Microbiológicos  
**Dra. Gina Álvarez**  
Telf. 2 924 322 // Cel. 0998580374

Dra. Gina Álvarez R.  
RESPONSABLE TÉCNICO LABORATORIO  
Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada



Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid Q  
Contactanos: ☎0998580374 ☎032 942 322  
Saqmic Laboratorio  
Riobamba - Ecuador



Resultados de proteína (%) de la bebida simbiótica

**ANEXO P: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA**



Preparación de la solución de agua destilada y agares



Esterilización de los materiales y solución del agar en el autoclave para las bacterias probióticas



Siembra de microorganismos



Incubación de las bacterias



Ausencia de bacterias no  
probióticas



Conteo de bacterias  
probióticas

## ANEXO Q: ANÁLISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA SIMBIÓTICA



Preparación de la muestra  
para el análisis sensorial



Instrucción de la muestras a  
los panelistas no entrenados



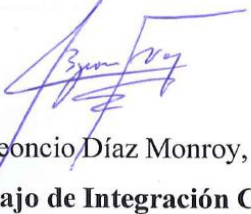
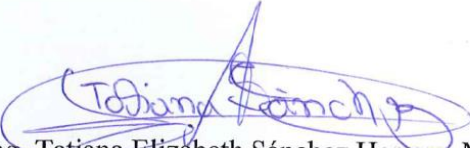
Degustación d la bebida  
simbiótica





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 29/ 01 / 2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Rudy Ariel Zambrano Cedeño
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias Pecuarias
<b>Carrera:</b> Agroindustria
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Agroindustrial
<p style="text-align: center;"> Ing. Byron Leoncio Díaz Monroy, PhD <b>Director del Trabajo de Integración Curricular</b></p> <p style="text-align: center;"> Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera, MsC. <b>Asesora del Trabajo de Integración Curricular</b></p>