



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“UTILIZACIÓN DE PROBIÓTICOS PARA LA CONSERVACIÓN
DE QUESO RICOTTA”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo experimental

Presentado para optar al grado académico de:
INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA:
ERIKA JHOANA REINOSO MONTESDEOCA

Riobamba – Ecuador

2024



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“UTILIZACIÓN DE PROBIÓTICOS PARA LA CONSERVACIÓN
DE QUESO RICOTTA”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

AUTORA: ERIKA JHOANA REINOSO MONTESDEOCA

DIRECTORA: ING. TATIANA ELIZABETH SÁNCHEZ HERRERA, MSC

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, Erika Jhoana Reinoso Montesdeoca

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, Erika Jhoana Reinoso Montesdeoca, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular 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 autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 31 de enero de 2024

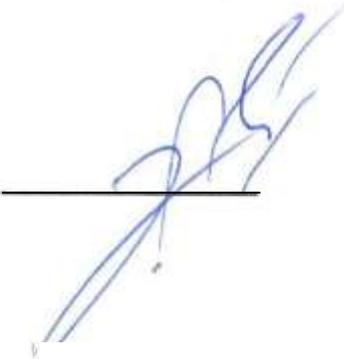
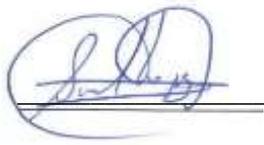


Erika Jhoana Reinoso Montesdeoca

180488008-4

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, “**UTILIZACIÓN DE PROBIÓTICOS PARA LA CONSERVACIÓN DE QUESO RICOTTA**”, realizado por la señorita: **ERIKA JHOANA REINOSO MONTESDEOCA**, 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.

	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Patricio Salgado Tello, MSc PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2024-01-31
Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera, MSc DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-01-31
Bqf. Sandra Elizabeth López Sampedro, MSc ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2024-01-31

DEDICATORIA

En primer lugar este trabajo quiero dedicárselo a Dios por llenarme de salud y permitirme vivir esta etapa de mi vida profesional. En segundo lugar, a mis padres, Sara Montesdeoca y Enrique Reinoso por brindarme su amor, esfuerzo y dedicación; ser mi pilar de apoyo y por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo de manera incondicional, enseñándome valores y buenos principios haciendo de mí una excelente persona. A mis hermanas Tatiana y Angélica y mi hermano Sebastián por manifestar sus palabras de aliento e impulsarme a culminar mi etapa profesional.

Jhoana

AGRADECIMIENTO

Quiero manifestar mi gratitud a Dios por brindarme salud y vida durante este proceso. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a la Facultad de Ciencias Pecuarias por haberme permitido formar parte de sus selectos estudiantes. También a todos los docentes que compartieron sus conocimientos y experiencias a lo largo de toda mi formación académica. A mis queridas docentes: Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera y Bqf. Sandra Elizabeth López Sampedro por haber sido mis guías en esta investigación, brindándome su conocimiento y apoyo de manera incondicional. Finalmente agradezco a mis amigos quienes me brindaron su amistad incondicional y desinteresada, brindándome sus consejos y por estar siempre en mis momentos buenos y malos.

Jhoana

ÍNDICE DE CONTENIDO

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

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Probióticos	4
2.1.1 <i>Definición e historia</i>	4
2.1.2 <i>Importancia en la alimentación humana</i>	4
2.1.3 <i>Usos</i>	5
2.2 <i>Lactobacillus acidophilus</i>	6
2.2.1 <i>Usos</i>	7
2.3 <i>Lactobacillus casei</i>	7
2.3.1 <i>Usos</i>	8

2.4	Bifidobacterium	8
2.4.1	<i>Usos</i>	8
2.5	Alimento funcional	9
2.5.1	<i>Usos</i>	9
2.5.2	<i>Tipos</i>	10
2.5.2.1	<i>Probióticos, prebióticos y simbióticos</i>	10
2.5.2.2	<i>Alimentos enriquecidos con fibra</i>	10
2.5.2.3	<i>Ácidos grasos omega 3</i>	10
2.5.2.4	<i>Fitoestrógenos y legumbres</i>	11
2.5.2.5	<i>Frutas, verduras y hortalizas</i>	11
2.6	Queso ricotta	11
2.6.1	<i>Características</i>	11
2.6.2	<i>Composición nutricional</i>	12
2.6.3	<i>Conservación</i>	12
2.6.4	<i>Beneficios</i>	13
2.7	Suero de leche	13
2.7.1	<i>Composición nutricional</i>	13
2.7.2	<i>Tipos</i>	14
2.7.3	<i>Usos</i>	14

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	15
3.1	Localización y duración del experimento	15
3.2	Unidades experimentales	15
3.3	Materiales, equipos, reactivos e insumos	15
3.3.1	<i>Materiales</i>	15
3.3.2	<i>Equipos</i>	16
3.3.3	<i>Insumos</i>	17

3.3.4	Reactivos	17
3.4	Tratamiento y diseño experimental	17
3.5	Mediciones experimentales	18
3.5.1	Análisis Físico-Químico	18
3.5.2	Análisis Microbiológicos	18
3.5.3	Análisis sensoriales	18
3.5.4	Análisis económico	19
3.6	Análisis estadístico y prueba de significancia	19
3.7	Procedimiento experimental	19
3.7.1	Elaboración del queso ricotta	20
3.7.1.1	<i>Recepción de la materia prima</i>	21
3.7.1.2	<i>Filtración</i>	22
3.7.1.3	<i>Calentamiento</i>	22
3.7.1.4	<i>Enfriamiento</i>	22
3.7.1.5	<i>Adición</i>	22
3.7.1.6	<i>Filtración</i>	22
3.7.1.7	<i>Empaque</i>	22
3.7.1.8	<i>Almacenamiento</i>	22
3.8	Metodología de evaluación	22
3.8.1	Análisis físicos y químicos	23
3.8.1.1	<i>Determinación del pH</i>	23
3.8.1.2	<i>Humedad</i>	23
3.8.1.3	<i>Grasa láctea en extracto seco</i>	23
3.8.2	Análisis microbiológicos	24
3.8.2.1	<i>Siembra de bacterias</i>	24
3.8.2.2	<i>Incubación</i>	25
3.8.2.3	<i>Conteo</i>	25
3.8.2.4	<i>Conteo de Bacterias Probióticas (UFC/ml)</i>	25
3.8.3	Análisis sensorial	26

3.8.4	<i>Mediciones económicas</i>	27
-------	------------------------------------	----

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	28
4.1	Análisis físicos y químicos	28
4.1.1	<i>pH</i>	28
4.1.2	<i>Grasa</i>	29
4.1.3	<i>Humedad</i>	30
4.2	Análisis microbiológicos	31
4.2.1	<i>Crecimiento de Lactobacillus acidopphilus, Lactobacillus casei y bifidocaterium a los 10 días de almacenamiento.</i>	32
4.2.2	<i>Crecimiento de Lactobacillus acidopphilus, Lactobacillus casei y bifidocaterium a los 20 días de almacenamiento.</i>	34
4.3	Análisis sensorial	35
4.3.1	<i>Aroma</i>	36
4.3.2	<i>Sabor</i>	37
4.3.3	<i>Textura</i>	37
4.3.4	<i>Color</i>	38
4.4	Análisis económico	39
4.4.1	<i>Costos de producción</i>	39
4.4.2	<i>Beneficio costo</i>	40

CONCLUSIONES	41
---------------------------	----

RECOMENDACIONES	42
------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Requisitos del queso ricotta	12
Tabla 2-2:	Información nutricional del queso ricotta	12
Tabla 3-1:	Esquema del experimento verificar tamaño de la letra.....	17
Tabla 3-2:	Esquema del ADEVA.....	19
Tabla 3-3:	Dosificación del queso ricotta con diferentes probióticos.....	20
Tabla 3-4:	Métodos para determinar los parámetros microbiológicos del queso ricotta.	24
Tabla 3-5:	Esquema de evaluación de los análisis sensoriales	26
Tabla 4-1:	Resultados físicos y químicos realizados a los quesos ricotta.	28
Tabla 4-2:	Recuento de Bacterias probióticas presentes en el queso Ricotta.	31
Tabla 4-3:	Resultados de la valoración sensorial de los quesos.....	36
Tabla 4-4:	Análisis económico de la elaboración de queso ricotta con la adición de bacterias probióticas.....	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4-1:	Contenido de pH en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.....	29
Ilustración 4-2:	Contenido de grasa (%) en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.	30
Ilustración 4-3:	Contenido de humedad (%) en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.....	31
Ilustración 4-4:	Valoración del aroma en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.	36
Ilustración 4-5:	Valoración del sabor en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.	37
Ilustración 4-6:	Valoración de la textura en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.	38
Ilustración 4-7:	Valoración del color en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.	39
Ilustración 4-8:	Crecimiento de bacterias probióticas a los 10 días de almacenamiento	33
Ilustración 4-9:	Crecimiento de bacterias probióticas a los 10 días de almacenamiento	34
Ilustración 4-10:	Crecimiento de bacterias probióticas respecto a los días de almacenamiento	35

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE QUESO RICOTTA CON DIFERENTES BACTERIAS PROBIÓTICAS	9
ANEXO B: ESTADÍSTICO, pH DE LAS MUESTRAS DE QUESO CON LA ADICIÓN DE PROBIÓTICOS	10
ANEXO C: ESTADÍSTICO, % DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS DE QUESO CON LA ADICIÓN DE PROBIÓTICOS	11
ANEXO D: ESTADÍSTICO, % DE GRASA DE LAS MUESTRAS DE QUESO CON LA ADICIÓN DE PROBIÓTICOS	12
ANEXO E: ESTADÍSTICO, BACTERIAS PROBIÓTICAS <i>Lactobacillus acidophilus</i> EN QUESO RICOTTA	13
ANEXO F: ESTADÍSTICO, BACTERIAS PROBIÓTICAS <i>Lactobacillus casei</i> EN QUESO RICOTTA	14
ANEXO G: ESTADÍSTICO, BACTERIAS PROBIÓTICAS <i>Bifidobacterium</i> EN QUESO RICOTTA	15
ANEXO H: DATOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL.....	16
ANEXO I: PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL.....	19

RESUMEN

La no utilización del suero de leche y la constante búsqueda de productos que aporten un beneficio a la salud, genera el interés por los productos funcionales, por lo tanto, se planteó como objetivo utilizar probióticos para la conservación del queso ricotta. Se evaluó un total 16 unidades experimentales distribuidas en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones. El análisis microbiológico se llevó a cabo a los 0, 5, 10 y 20 días de almacenamiento, donde se determinó la presencia de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus bifidobacterium*, utilizando un medio de cultivo Agar MRS. También se analizó el pH (pH metro), humedad (termo balanza) y la grasa láctea en extracto seco mediante el método de Gerber. Se manejó una prueba escalar hedónica de 5 puntos para la evaluación sensorial. Para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico “Infostat” 2020 aplicando un DCA y prueba de Tukey ($P \leq 0.05$), y la prueba de Kruskal – Wallis para lo sensorial. Los tratamientos generan valores altamente significativos mostrando que al adicionar bacterias probióticas a los 10 y 20 días de almacenamiento se obtiene un mayor crecimiento de las mismas, siendo estos catalogados como alimento probióticos. Para el pH no hay diferencias significativas identificándose un pH ácido para todos los tratamientos, la humedad y grasa en extracto seco presentaron diferencias altamente significativas obteniéndose un valor de 71,4% al no incorporar bacterias prebióticas y 3,83% al utilizar *Lactobacillus bifidobacterium* respectivamente. Al utilizar *Lactobacillus casei* a los 10 días de almacenamiento se obtiene el mayor crecimiento $8,42E+06$ UFC/g en comparación de los otros tratamientos. La utilización de probióticos influye en el aroma, sabor y color del queso, mientras que no afecta la textura del mismo. Se recomienda implementar cepas probióticas de *Lactobacillus casei* ya que se identifica un mayor crecimiento.

Palabras clave: <QUESO RICOTTA>, <PROBIÓTICO>, <*Lactobacillus acidophilus*>, <*Lactobacillus casei*>, <*Lactobacillus bifidobacterium*>, <ALMACENAMIENTO >.



ABSTRACT

The lack of whey use and the constant quest for products contributing to health benefits have sparked interest in functional products. Therefore, this study aimed to employ probiotics for ricotta cheese preservation. The methodology research included sixteen experimental units subjected to evaluation, distributed across four treatments with four replicates in each unit. In the microbiological analysis, it was essential to determine the presence of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, and *Lactobacillus bifidobacterium* at 0, 5, 10, and 20 days of storage by using Agar MRS medium. The analysis of parameters like pH (measured with a pH meter), moisture content (measured with a thermobalance), and fat content in dry extract (via the Gerber method) were also parameters evaluated. In addition, the sensory evaluation used a 5-point hedonic scale test. The statistical software "Info stat" 2020 was necessary to perform data analysis by applying DCA and Tukey's test ($P \leq 0.05$) and the Kruskal-Wallis's test for sensory analysis. The findings reported highly significant values for treatments, indicating that adding probiotic bacteria at 10 and 20 days of storage led to increased growth, classifying these as probiotic foods. Findings also reported an acidic pH for all treatments. For this reason, there were no significant differences in pH. However, moisture and fat content in dry extract displayed highly significant differences, with values of 71.4% when not incorporating probiotic bacteria and 3.83% when using *Lactobacillus bifidobacterium*, respectively. The highest growth ($8.42E+06$ CFU/g) resulted when using *Lactobacillus casei* at ten days of storage compared to the 0, 5, and 20-day treatments. The use of probiotics influenced the aroma, taste, and cheese colour while not affecting its texture. Finally, implementing *Lactobacillus casei* probiotic strains is an aspect to consider due to their identified higher growth.

Keywords: <RICOTTA CHEESE>, <PROBIOTIC>, <*Lactobacillus acidophilus*>, <*Lactobacillus casei*>, <*Lactobacillus bifidobacterium*>, <STORAGE>.



Lic. Mónica Logroño B.

060274953-3

INTRODUCCIÓN

Los alimentos funcionales son desarrollados gracias a la preocupación de la población por el interés de mejorar el estado de salud, ya que estos contienen ingredientes que promueven la salud más allá de los nutrientes tradicionales. La incorporación de microorganismos probióticos les da la característica de ser funcionales así como también el uso de componentes prebióticos. Estos compuestos son ingredientes no digeribles que estimulan la microflora del tracto gastrointestinal (TGI). Sin embargo, es necesario que tanto probióticos como prebióticos lleguen al TGI (Puertas, 2019, pág. 3).

La definición de queso ricotta según la norma (NTE INEN 1528, 2012, pág.2) Es el queso de proteínas de suero no madurado, escaldado, alto en humedad, de textura granular blanda o suave, preparado con suero de leche o suero de queso con leche, cuajada por la acción del calor y la adición de cultivos lácticos y ácidos orgánicos. Ese líquido constituye entre el 87% y 90% del volumen de la leche y la mayor parte de sus compuestos son solubles en agua (Caballero, 2008; citado en Marcial, 2012, pág 42).

El queso ricotta, tiene requisitos generales según la (NTE INEN 86,2013 pág.1) entre estos tenemos forma, se indica que debe mantener preferentemente la forma cilíndrica y podrá tener diversas dimensiones, es caracterizado por tener pasta fresca, no madurado y sin corteza, su color podrá variar de blanco a crema, no debe presentar agujeros y de sabor característico.

Actualmente los consumidores buscan en el mercado productos que contribuyan a su salud y bienestar. Existe abundante información sobre las propiedades saludables de los alimentos, especialmente de aquellos alimentos que tienen una acción beneficiosa en algunos procesos fisiológicos y/o que reducen el riesgo de padecer una enfermedad. Estos alimentos son denominados alimentos funcionales (Puertas, 2019, pág.14).

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El incremento del interés de los consumidores hacia una vida sana, conlleva la búsqueda de productos que aporten un beneficio a la salud, generando el interés por los productos funcionales. Por otra parte una de las problemáticas que se visualizan en América Latina relacionadas con la industria láctea es el suero de leche debido a que este subproducto no es 100% utilizado y gran parte de este es considerado como desecho causando serios problemas de contaminación. De acuerdo a datos mencionados por el Centro de la Industria Láctea en Ecuador se genera cerca de 900 mil litros de suero al día y solo el 10% es utilizado (UTPL, 2021, pág.1)

1.2 Justificación

La industria láctea, está constituida como una actividad productiva de especial importancia en todas las regiones a nivel mundial, por razones de orden económico y nutricional. El queso es un derivado de la leche, importante en la dieta alimentaria que aporta un gran valor nutritivo. Las microempresas al momento de procesar de manera industrial este producto generan cantidades significativas de residuos líquidos, denominado “Suero Lácteo”, el mismo que representa cerca del 85 al 90% del volumen de la leche en la transformación de los productos lácteos, y retiene un 55% del total de sólidos totales de la leche, una pequeña parte se utiliza como alimento para ganado porcino, mientras que el volumen restante es desechado a los sistemas de alcantarillado municipales (Parra, 2009, pág.4968).

Actualmente el Suero lácteo, tiene poco valor comercial en el mercado y el valioso contenido de nutrientes que posee el suero puede ser utilizado como materia prima para la elaboración de productos innovadores como: bebidas energéticas, dulces, jarabes, queso Ricotta. Aprovechando una gran parte de proteínas y otorgando un valor agregado (Pucha, 2019, pág.1).

Hoy en día la salud alimentaria exige que los productos de consumo masivo cumplan con la caracterización físico-química y microbiológica basadas en la norma NTE INEN 86:2013 Queso

Ricota. Requisitos, poniendo a consideración una alternativa de producción para grandes, medianas y pequeñas empresa y garantizar la salud de los consumidores.

En este contexto se presenta una nueva alternativa de reutilización del lacto suero con la elaboración de un queso ricotta con adición de probióticos un producto de calidad y reducir la contaminación ambiental y generando un valor agregado.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Utilizar probióticos para la conservación de queso ricotta.

1.3.2 Objetivos específicos

- Elaborar queso ricotta utilizando tres cepas de microorganismos probióticos: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* y *Bifidobacterium*.
- Caracterizar los aspectos microbiológicos, físico-químicos y sensoriales del queso ricotta y el efecto de los microorganismos probióticos.
- Determinar los costos de producción del queso ricotta con la adición de microorganismos probióticos.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Probióticos

2.1.1 *Definición e historia*

Son aquellos microorganismos vivos que se suministran en adecuadas cantidades y proporcionan un beneficio a la salud de quien se conoce como hospedador (Álvarez & Mateos, 2018, pág. 23).

Conociendo un poco de historia acerca del descubrimiento de los probióticos, se indica que las investigaciones desarrolladas por Pasteur sirvieron como base para descubrir cuáles eran los agentes causales de las enfermedades infecciosas. Se descubrió que al igual que existían microorganismos malos, también existían los buenos, en esto, sobresale que las bacterias que fermentaban el yogurt contribuían de manera favorable a la salud puesto a que, al ser consumidos por personas con problemas intestinales adquirirían una mejoría significativa (Álvarez & Mateos, 2018, pág. 24).

Tras el descubrimiento de los antibióticos, se desató el interés por las bacterias beneficiosas y, por ende, los probióticos que en la actualidad han adquirido gran importancia y auge en su comercialización.

2.1.2 *Importancia en la alimentación humana*

Ha existido un incremento el uso de alimentos de tipo probiótico debido a que últimamente los consumidores tienden a preocuparse por llevar una dieta saludable que les genere bienestar. De acuerdo con la FAO, los probióticos son microorganismos vivos, que, al administrarse en cantidades apropiadas, le confieren beneficios para la salud del huésped que los porta.

Se conoce que los probióticos pueden beneficiar al ser humano de distintas maneras, se incluye la producción de sustancias antimicrobianas, lo que permite el fortalecimiento de la barrera intestinal, se modula la respuesta inmune, así como también el antagonismo en el crecimiento de los microorganismos patógenos ya que se producen agentes antimicrobianos, empezando una

competencia por los sitios de unión, los factores de crecimiento y los nutrientes (Puertas, 2019, pág. 16).

Las bacterias probióticas, inhiben el crecimiento de bacterias patógenas, estimulan la producción de ácido láctico, disminuyen la permeabilidad intestinal, incrementan la actividad de la lactasa, son capaces de crear un efecto competitivo en otras bacterias de carácter patógeno, influyen en la inmunidad (Rondon et al., 2015, pág. 123).

Los microorganismos pueden ser considerados como probióticos cuando reúnen las siguientes características:

- Ser aislados de la misma especie que las que se encuentran en el ser humano.
- Presentar efectos favorables que se puedan demostrar en el huésped.
- No ser de carácter patógeno y tener la categoría GRAS (sustancias reconocidas como seguras para el consumo humano).
- Resistir el paso por el TGI (tracto gastrointestinal).

Se reconoce que un alimento tiene características probióticas cuando la concentración de microorganismos es de $10^6 - 10^8$ UFC/g o UFC/mL. Además, durante el proceso de fabricación una cepa probiótica no debe perder la viabilidad y no afectar a las propiedades sensoriales del producto alimenticio. Tanto la cepa como las propiedades recaladas deben conservar la persistencia en el producto alimenticio durante el procesamiento y durante el almacenamiento posterior (Puertas, 2019, pág. 17).

2.1.3 Usos

Actualmente existe una variedad de investigaciones que se han desarrollado en torno a la utilización de probióticos como una alternativa novedosa para mantener la salud y la microbiota intestinal. En una investigación realizada por Alvarado et al., (2023, pág.15), desarrollaron un alimento funcional especializado para pacientes con insuficiencia renal, adaptando una cepa de *Lactobacillus plantarum* al consumo de urea de manera que brinde un servicio especializado al paciente, el prototipo del alimento consistía en unas gomitas de Jamaica con probióticos y prebióticos, mismas que fueron aceptadas a nivel sensorial y resultaron ser viables.

Una investigación desarrollada por Bernal et al., (2017 pág. 46), destaca la importancia del avance tecnológico en el desarrollo de alimentos y por lo que, se han permitido la elaboración de alimentos probióticos en bases diferentes a los lácteos, es decir, se han empleado matrices de origen vegetal como una alternativa para intolerantes a la lactosa. Las cepas más utilizadas en la formulación de productos probióticos de origen hortofrutícola son *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus rhamnosus* y *Bifidobacterium lactis*. Un ejemplo práctico de bebida fermentada sin lactosa, fue lanzada en Suecia donde bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus plantarum* 299v) crecieron en harina de avena, teniendo el producto final una concentración de 5×10^7 y 1×10^{11} UFC/ml. Algunas frutas y verduras como la naranja, granada, frambuesa, zanahoria, remolacha, han sido empleadas para diseñar diferentes productos enriquecidos con probióticos.

Los probióticos destacan por su uso clínico en la pediatría, puesto a que, hacen que se disminuya el pH y, por lo tanto, los microorganismos patógenos no pueden subsistir y por su parte, se da el crecimiento de bacterias ácido lácticas que son buenas para el organismo. En los niños es muy común los problemas de salud por infecciones gastrointestinales, provocando diarreas agudas que incluso pueden terminar con su vida, los estudios demuestran que los probióticos orales, al ingerirse en cantidades específicas ayudan a modificar la composición de la microbiota intestinal y actúan contra los microorganismos enteropatógenos, estimulando la respuesta inmunitaria humoral (Paredes, et al., 2020, pág. 43).

Con la necesidad constante de mejorar la producción animal de los animales de interés pecuario, se han realizado investigaciones para probar resultados al suministrarse alimentos funcionales en los sistemas de crianza actuales, para aprovechar el máximo de su potencial genético, es así como, Castillo (2016, pág. 19), presenta un trabajo donde se exponen los beneficios de implementar estos alimentos a vacas lecheras incrementa la producción de leche, ganancia de peso en terneros de engorde, además, contribuye a la sanidad animal.

2.2 Lactobacillus acidophilus

Es una bacteria ácido láctica que funciona como probiótico, llamada también bacteria buena que está presente en el intestino, la vagina y la boca de humanos, igualmente en determinados alimentos. Esta bacteria metaboliza azúcares específicos es decir utiliza la lactosa y la metaboliza formando ácido láctico, esta bacteria crece fácilmente en medios mucho más ácidos que los ideales para otros microorganismos es de pH 4 y 5 o menores y crece en condiciones óptimas a

unos 45°C (Prado, 2010, pág. 19). El *L. acidophilus* es común encontrar que crezca de manera natural en una gran variedad de alimentos, en los que se incluye la leche, la carne, el pescado y los cereales (Llerena et al., 2022, pág. 14).

2.2.1 Usos

L. acidophilus es un microorganismo que pertenece al grupo de bacterias Gram positivas homofermentativas, es microaerófilo, es decir que para sobrevivir necesitan niveles de oxígeno muy inferiores a los que normalmente se encuentran en la atmósfera, poseen cadena corta, con morfología de bastón y sus bacteriocinas corresponden a la clase II a. con el avance de la investigación científica, se han aislado y caracterizado varias bacteriocinas de *L. acidophilus*. Poseen estructuras similares, aunque su peso molecular varía. Entre sus propiedades técnicas importantes se encuentran el termo estabilidad y retención de actividad en un rango de pH amplio, tiene la capacidad de ejecutar una acción inhibitoria frente al deterioro de los alimentos y las bacterias patógenas, por lo tanto, lo convierten en una variedad importante de bioconservantes. *L. acidophilus* tiene la capacidad de contribuir sabores y texturas únicos a los alimentos, al ser agregado como complemento en el proceso de fermentación (Anjum, et al., 2014, pág. 45).

Una investigación desarrollada por De Cangas et al., (2019, pág. 60), detalla la elaboración de queso fresco con la adición de cultivos probióticos e ingredientes vegetales, se utilizaron cepas de *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei* obteniendo un producto con una viabilidad por encima de 10^6 UFC/g y que se mantiene almacenado en óptimas condiciones durante 14 días en refrigeración a 5 ± 1 °C, además de presentar calidad sensorial aceptada.

2.3 Lactobacillus casei

Se conocen como un tipo de bacteria probiótica que es capaz de equilibrar la microflora intestinal, interviene en la prevención de trastornos intestinales, ayuda a la regulación del sistema inmune, de manera particular en la respuesta inmune celular, con una potente acción antidiarreica (Todd y Martin; citados en Velásquez et al., 2015, pág.24).

Lactobacillus casei como varias de las especies de bacterias pertenece al género *Lactobacillus*. Es de tipo Gram positiva, de acuerdo a la temperatura en la que se desarrolla, es mesófila en forma de bastoncillo, no posee esporas, inmóvil, anaeróbica y no contiene citocromos. Los entornos en los que se puede encontrar a *L. casei*, es principalmente en productos lácteos crudos y fermentados, en el tracto intestinal y sistema reproductivo de animales y humanos, y en productos

vegetales que se encuentren frescos o fermentados. El pH óptimo para que se desarrolle *L. casei* es 4,5 y 7 y su temperatura óptima de crecimiento es de 32°C (Jurado y Guzmán, 2015, pág. 26) (Hansen y Lessel, 1971, pág.69).

2.3.1 Usos

El ácido láctico que produce *L. casei* gracias a la fermentación es muy importante debido a que puede emplearse para hacer quesos y yogures, estos alimentos que contienen esta cepa, tienen la capacidad de disminuir los niveles de colesterol, contribuyendo a la mejora de la respuesta inmunológica, controla la diarrea, modera la intolerancia a la lactosa, inhibe a patógenos intestinales, de modo que se conoce como probiótico (González et al., 2008, pág. 152).

En la industria alimentaria *Lactobacillus casei* ha sido estudiada ampliamente en los procesos de fermentación, en los cuales se han utilizado varios sustratos tales como harinas, leche, carnes, conservas. En algunos estudios se ha reportado el uso de *L. casei* para la fermentación de suero lácteo donde ha generado metabolitos de interés (Jurado et al., 2015, págs. 15-17).

2.4 Bifidobacterium

Las bifidobacterias son bacilos gram-positivos, que se pueden presentar solos o en cadenas de muchos elementos. El pH óptimo de crecimiento se encuentra entre 6-7, sin crecimiento por debajo de 4.5-5.0, o bien por encima de 8.0-8.5. La temperatura óptima oscila de 37-41°C, con un desarrollo mínimo a 25-28° C y 43- 45° C (Iñiguez y Acedo, 2006, pág. 1). Es un género perteneciente a la familia de *Actinobacteria*, el cual junto a otros nueve géneros forman parte de la familia *Bifidobacteriaceae*. En la actualidad, el género *Bifidobacteriaceae* se compone por 80 sub especies, se distribuyen siete distintos nichos ecológicos que se encuentran en el tracto gastrointestinal de humanos, aves, insectos sociales, mamíferos, cavidad bucal. El *bifidobacterium* representa al grupo de las bacterias más abundantes que están presentes en la microbiota intestinal humano en lactantes que se encuentran sanos (Turroni et al., 2019, pág. 1).

2.4.1 Usos

Bifidobacterium es considerado un alimento medicinal que se emplea como un probiótico, o también denominada "bacteria amigable" que sirve para mantener un sistema digestivo (estómago

e intestinos) saludable. Se utiliza como probióticos para bebés y en tratamientos para mujeres embarazadas (Castro y Rovetto, 2006, págs.309-311).

2.5 Alimento funcional

La NTE INEN 2587, (2011, Pág. 1) define al alimento funcional como “un alimento que se encuentra en forma natural o procesado y que al ser parte de una dieta variada y consumido en cantidades apropiadas y de forma regular, además de cumplir la función de nutrir tiene componentes bioactivos que aportan al desarrollo de las funciones fisiológicas normales, contribuyendo a la reducción o prevención de enfermedades”.

Los alimentos funcionales son aquellos que se reconocen por sus componentes alimentarios que tienen la capacidad de proveer grandes beneficios a la salud que va más allá de una nutrición elemental, ya que, impactan de manera benéfica, han llegado a comprobar clínicamente sobre la salud; curan enfermedades o disminuyen el riesgo de padecerlas. Entre las principales características que poseen, se encuentran unas cualidades nutritivas y beneficiosas para múltiples funciones del organismo, que mejoran el estado de salud (Krause, 2004; Prado et al, 2008: citado en Lara, 2011, pág. 12).

2.5.1 Usos

Los alimentos funcionales pueden formar parte de la dieta de cualquier persona, pero sobre todo están diseñados para grupos de población que tienen necesidades nutricionales especiales, mujeres embarazadas, niños, estados carenciales, cuando padecen de intolerancias alimentarias a ciertos alimentos, personas que poseen enfermedades riesgosas (cardiovasculares, gastrointestinales, diabetes, osteoporosis, etc.), adultos de la tercera edad (Aguilera et al., 2007, pág.3).

La forma de consumo de los alimentos funcionales debe similar al consumo de los alimentos normales, incluyendo en la dieta diaria en cantidades adecuadas sin exceder.

En una investigación desarrollada en Argentina por Cámpora (2016, pág. 132), se descubrió que las semillas de chía que ya no presentan ningún valor comercial y son descartadas, lo podían utilizar como suplemento para rumiantes, de tal forma que, al incrementar esta oleaginosa a la dieta de cabras productoras de leche, no solo mejoró notablemente la nutrición de estos animales si no que además, la leche que producían tenía beneficios para la salud humana.

2.5.2 Tipos

2.5.2.1 Probióticos, prebióticos y simbióticos

Los alimentos funcionales que más han tomado importancia en los últimos tiempos, son aquellos que han tenido un proceso fermentativo por *bifidobacterias* y *lactobacillus*. Es aquí donde destacan los probióticos, mismos que son alimentos que contienen microorganismos vivos que tienen la capacidad de modificar el pH intestinal y producir sustancias antimicrobianas. Por otra parte, a los prebióticos se los conoce como la sustancia que no puede ser digerida por el ser humano, ayudan a regular el tránsito intestinal, controlando las diarreas causadas por infección. Finalmente, un simbiótico es el resultado de la asociación entre un probiótico y un prebiótico, como es el caso de los fermentados lácteos por *bifidobacterium* que son enriquecidos con fibra (Villamil et al., 2020, pág. 1023).

2.5.2.2 Alimentos enriquecidos con fibra

Se denomina fibra dietética a aquellas sustancias que provienen de los vegetales, mayoritariamente de los hidratos de carbono, no llegan a ser digeridas por las enzimas humanas, algunas pueden ser parcialmente fermentadas por unas bacterias que se denominan colónicas. Existen dos tipos de fibras, la soluble y la insoluble, la primera hace referencia a los mucílagos, gomas, pectinas; y la segunda está constituida por celulosa, hemicelulosa y lignina. Las dos tienen la funcionalidad de incrementar el bolo fecal y estimula la movilidad intestinal, se le atribuye propiedades que permiten bajar los niveles de colesterol. De forma industrial se puede encontrar en los panes integrales, bollos, bebidas, patés o embutidos (Villanueva, 2019, p. 232).

2.5.2.3 Ácidos grasos omega 3

Frente a la preocupación que existe con respecto al consumo de las grasas saturadas y los problemas de salud que acarrea ese tipo de alimentos, surge una sugerencia de consumo de alimentos más saludables con grasas poliinsaturadas y es ahí donde aparece la importancia de los ácidos grasos Omega 3, están presentes en el aceite de pescado, el aceite de oliva. Estos permiten complementar de manera ideal la dieta humana, ayudando a proteger la salud cardiovascular (Alvarez y Loor, 2021, pág.8).

2.5.2.4 Fitoestrógenos y legumbres

Se denomina fitoestrógenos a las moléculas de origen vegetal que posee una estructura química similar a los estrógenos y presentan acciones benéficas para: tejido óseo, disminuye la incidencia de cáncer de próstata y mama, favorece al sistema cardiovascular. Por su parte, las legumbres son un gran alimento por excelencia, puesto a que los ingredientes que aportan son de calidad, tienen aporte de ácidos grasos como el linolénico y el linoleico, son fuente de proteína (Enjamio et al., 2017, pág. 2).

2.5.2.5 Frutas, verduras y hortalizas

Se destaca el contenido de compuesto fenólicos en frutas, verduras y hortalizas, se caracterizan por contener fitonutrientes como las antocianinas, β carotenos. Estudios demuestran que las personas que consumen este tipo de alimentos tienen menos probabilidades de padecer enfermedades cardiovasculares. Las frutas y verduras, tienen un alto aporte de vitaminas, minerales y otras moléculas que tienen la funcionalidad de ser antioxidantes, antiinflamatorias, antiproliferativa y antimicrobiana (Rodríguez, 2019, pág. 106-107).

2.6 Queso ricotta

La Norma INEN define al queso Conocido también con los nombres de “ricota” o “requesón”, es el queso de pasta fresca, no madurado y sin corteza que se obtiene principalmente al coagular las proteínas del suero de leche, derivado de la elaboración de quesos de pasta blanda (NTE INEN 86, 2013, pág. 1).

2.6.1 Características

Los requisitos que regula la norma (NTE INEN 86, 2013, pág. 1) para el queso ricotta, requiere que el producto cumpla con las siguientes características concretas que se detallan a continuación:

Tabla 2-1: Requisitos del queso ricota

Parámetros	Características
Forma	Diversas dimensiones
Corteza	Sin corteza
Pasta	Fresca
Color	Blanco amarillento
Sabor	Característico

Fuente: NTE INEN 86, 2013, pág. 1

Realizado por: Reinoso, J., 2023

2.6.2 Composición nutricional

El queso ricotta es rico en componentes como el calcio, vitaminas del grupo B, posee proteínas de alta calidad biológica, al ser un producto elaborado a partir del suero de leche, es un alimento rico en aminoácidos ramificados como la valina, isoleucina y leucina, mismas que participan en la regeneración de la estructura muscular proteica de tal forma que favorecen el rendimiento deportivo (Vázquez , 2019, pág. 2).

A continuación, se detalla una tabla del contenido nutricional que está basado sobre una porción de 100 g de producto.

Tabla 2-2: Información nutricional del queso ricota

Tamaño de la porción 100 g	
Energía	653 kj
Proteína	11,32 g
Grasa	10,44 g
Grasa saturada	6,611 g
Grasa poliinsaturada	0,323 g
Grasa mono insaturada	2,971 g
Colesterol	41 mg
Carbohidratos	4,09 g
Fibra	0 g
Azúcar	0,29 g
Sodio	104 mg
Potasio	115 mg

Fuente: Vázquez , 2019, pág.8.

Elaborado por: Reinoso, J., 2023

2.6.3 Conservación

Es un alimento altamente perecedero por lo que se debe mantener en refrigeración a 4 °C también se lo puede congelar en porciones pequeñas. Para realizar el proceso de descongelado, se lo debe

realizar en la nevera para evitar su repentino deterioro. En refrigeración su vida útil es de 4 a 7 días aproximadamente, mientras que en congelación puede tener una viabilidad de dos meses (Llerena et al., 2017, pág. 9).

2.6.4 Beneficios

Los beneficios que aporta el queso Ricota, están relacionados con el bajo contenido calórico, a eso se suma una escasa porción de grasa. Entre su valor nutritivo se destaca el contenido de calcio, proteínas y de ácidos grasos omega-3 y omega-6 (Burgos, 2020, pág.1)

2.7 Suero de leche

El suero de leche, es denominado como el producto lácteo líquido que se obtiene durante la fabricación del queso, la caseína o productos similares, luego de la separación de la cuajada, después de la coagulación de la leche pasteurizada y/o los productos derivados de la leche pasteurizada. Esta coagulación se consigue mediante la acción de, principalmente, enzimas como el cuajo (INEN 2594, 2011, p. 1).

2.7.1 Composición nutricional

De acuerdo a lo mencionado por (Poveda, 2018, págs. 397-399) el suero de leche contiene un volumen aproximado del 90% del contenido total de la leche y posee una gran parte de los componentes solubles en el agua, tales como, los hidratos de carbono, proteínas solubles, vitaminas hidrosolubles, minerales como el calcio, potasio, magnesio, sodio y fósforo.

La composición nutricional del suero de leche puede variar ya que va a depender directamente de la calidad de leche empleada para la elaboración del queso, de acuerdo al tipo de queso y la tecnología que se aplique en los procedimientos.

Existen compuestos conocidos como biológicamente activos y péptidos bioactivos definidos que son fragmentos de proteínas, que tienen la capacidad de presentar un impacto positivo en las funciones corporales y la salud humana. Estos componentes resisten a las peptidasas digestivas y por lo tanto es posible ser absorbidos por el torrente sanguíneo atribuyéndolos efectos biológicos y fisiológicos positivos.

2.7.2 Tipos

De acuerdo con la NTE INEN 2594 (2011, p. 1), se reconocen tres tipos de suero de leche líquido:

Suero de leche ácido: “Es el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada después de la coagulación de la leche pasteurizada y/o los productos derivados de la leche pasteurizada. La coagulación se produce, principalmente, por acidificación química y/o bacteriana” (INEN 2594, 2011, p. 1).

Suero de leche dulce: “Es el producto líquido obtenido de la producción de queso, en el cual el contenido de lactosa es superior y la acidez es menor a la que presenta el suero de leche ácido” (INEN 2594, 2011, p. 1).

Suero de leche concentrado: “Es el producto líquido obtenido por la remoción parcial de agua de los sueros, mientras permanecen todos los demás constituyentes en las mismas proporciones relativas” (INEN 2594, 2011, p. 1).

2.7.3 Usos

El suero de leche ha sido motivo de preocupación en los últimos tiempos, debido a que, ha generado grandes contaminaciones, mucho antes de estudiarlo o considerarlo como un subproducto importante, era desechado y solo una minúscula cantidad era empleada para la alimentación de ganado porcino. Actualmente, es muy estudiado y de manera particular se ha empleado para la elaboración de bebidas funcionales.

Una investigación desarrollada por Miranda et al., (2019, p. 347), se elaboró una bebida probiótica a partir de suero de leche con posibles aplicaciones terapéuticas, esto lo llevaron a cabo a nivel industrial, obteniendo un producto inocuo, sensorialmente aceptado, considerados para el control de enfermedades como las dislipidemias y las dispepsias.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización y duración del experimento

Se procedió a la elaboración del queso ricotta con probióticos en la Planta de Lácteos de la Estación Experimental Tunshi, localizada en la comunidad de Tunshi San Nicolás, de la parroquia Licto del cantón Riobamba de la Provincia de Chimborazo y en los laboratorios de Ciencias Biológicas y Bromatología y Nutrición perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur km 1 ½, localizada en la parroquia Lizarzaburu del cantón Riobamba de la Provincia de Chimborazo. Tuvo un tiempo aproximado de 60 días.

3.2 Unidades experimentales

Cada unidad experimental estuvo conformada por 250g de queso ricotta con microorganismos probióticos, utilizando un total de 16 unidades experimentales mismas que fueron distribuidos en 4 tratamientos con 4 repeticiones.

3.3 Materiales, equipos, reactivos e insumos

3.3.1 *Materiales*

- Recipientes
- Cuchara
- Malla
- Moldes
- Baldes
- Vasos de precipitación
- Probeta
- Butirómetro
- Bureta
- Cuchillo

- Varilla de agitación
- Frascos para muestras
- Jeringa desechable
- Papel de aluminio
- Equipo de protección personal (mandil, guantes, mascarilla, botas blancas y cofia)
- Espátula
- Hisopos de madera
- Soporte universal
- Pinzas
- Pera de succión
- Cajas Petri
- Pipetas
- Pipetas Pasteur
- Micropipetas
- Gradillas
- Tubos de ensayo
- Tarrinas
- Frasco termo-resistente
- Tela para filtrar
- Toallas de cocina
- Marcador

3.3.2 Equipos

- Cocina
- pH-metro
- Termómetro
- Termo balanza
- Mechero Bunsen
- Balanza analítica
- Agitador Vortex
- Refrigeradora
- Cuenta colonias
- Reverbero eléctrico
- Incubadora

- Autoclave
- Centrifuga

3.3.3 Insumos

- Suero
- *Lactobacillus acidophilus*
- *Lactobacillus casei*
- *Lactobacillus Bifidobacteriun.*

3.3.4 Reactivos

- Agar MRS
- Ácido sulfúrico (H₂SO₄)
- Alcohol amílico
- Agua destilada

3.4 Tratamiento y diseño experimental

Se evaluó la calidad de los quesos ricotta elaborados con el empleo de diferentes probióticos (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus bifidobacteriun*) para ser comparados con tratamiento control (sin probiótico), por lo que se contó con 4 tratamientos experimentales y cada uno con 4 repeticiones, como se observa en la tabla 3-1.

Tabla 3-1: Esquema del experimento

Microorganismos probióticos	Código	Nº Repet.	T.U.E.*	Total queso, g/Trat.
Testigo	T0	4	250	1000
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	T1	4	250	1000
<i>Lactobacillus casei</i>	T2	4	250	1000
<i>Lactobacillus bifidobacteriun</i>	T3	4	250	1000
Total, g				4000

*T.U.E.: tamaño de la unidad experimental de 250g de queso ricotta.

Realizado por: Reinoso, J., 2023

Las unidades experimentales fueron distribuidas bajo un diseño completamente al azar (DCA), y que para su análisis se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Media general

T_i = Efecto de los tratamientos (probióticos)

E_{ij} = Efecto del error experimental

3.5 Mediciones experimentales

Las variables experimentales que se consideraron fueron:

3.5.1 *Análisis Físico-Químico*

- pH
- Grasa, %
- Humedad, %

3.5.2 *Análisis Microbiológicos*

La presencia de microorganismos se realizó a los 0, 5, 10 y 20 días de su elaboración, en lo que se estableció las cargas microbiológicas:

- Recuento total de *Lactobacillus acidophilus* UFC/g
- Recuento total de *Lactobacillus casei* UFC/g
- Recuento total de *Lactobacillus bifidobacterium* UFC/g

3.5.3 *Análisis sensoriales*

- Aroma, puntos.
- Sabor, puntos.
- Textura, puntos.
- Color, puntos.

3.5.4 *Análisis económico*

- Costo de producción, (dólares/L)
- Índice beneficio/costo (B/C)

3.6 **Análisis estadístico y prueba de significancia**

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante las siguientes pruebas estadísticas:

- Estadística descriptiva en las variables microbiológicas.
- Análisis de varianza para las diferencias entre las medias (ADEVA).
- Separación de medias, mediante la prueba de Tukey a la probabilidad de 0.05.
- Análisis de Kruskal-Wallis en las variables organolépticas.

El esquema del ADEVA que se utilizó para el trabajo experimental se describe en la Tabla 3-2:

Tabla 3-2: Esquema del ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Error	12

Realizado por: Reinoso, J., 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 del queso ricotta con diferentes probióticos.

Tabla 3-3: Dosificación del queso ricotta con diferentes probióticos.

Tratamiento	Ingredientes		
	Suero (L)	Probiótico (g)	Ácido cítrico (g)
Control	12	0	1
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	12	2	1
<i>Lactobacillus casei</i>	12	2	1
<i>Lactobacillus bifidobacterium</i>	12	2	1

Realizado por: Reinoso, J., 2023

3.7.1 *Elaboración del queso ricotta*

Para la elaboración del queso ricotta con diferentes niveles probióticos se realizó el siguiente procedimiento como se muestra en la ilustración 3-1 del diagrama de flujo del proceso de elaboración del queso ricotta con diferentes niveles probióticos siguiendo la metodología aplicada por (Llerena et al., 2022, págs. 8-9).

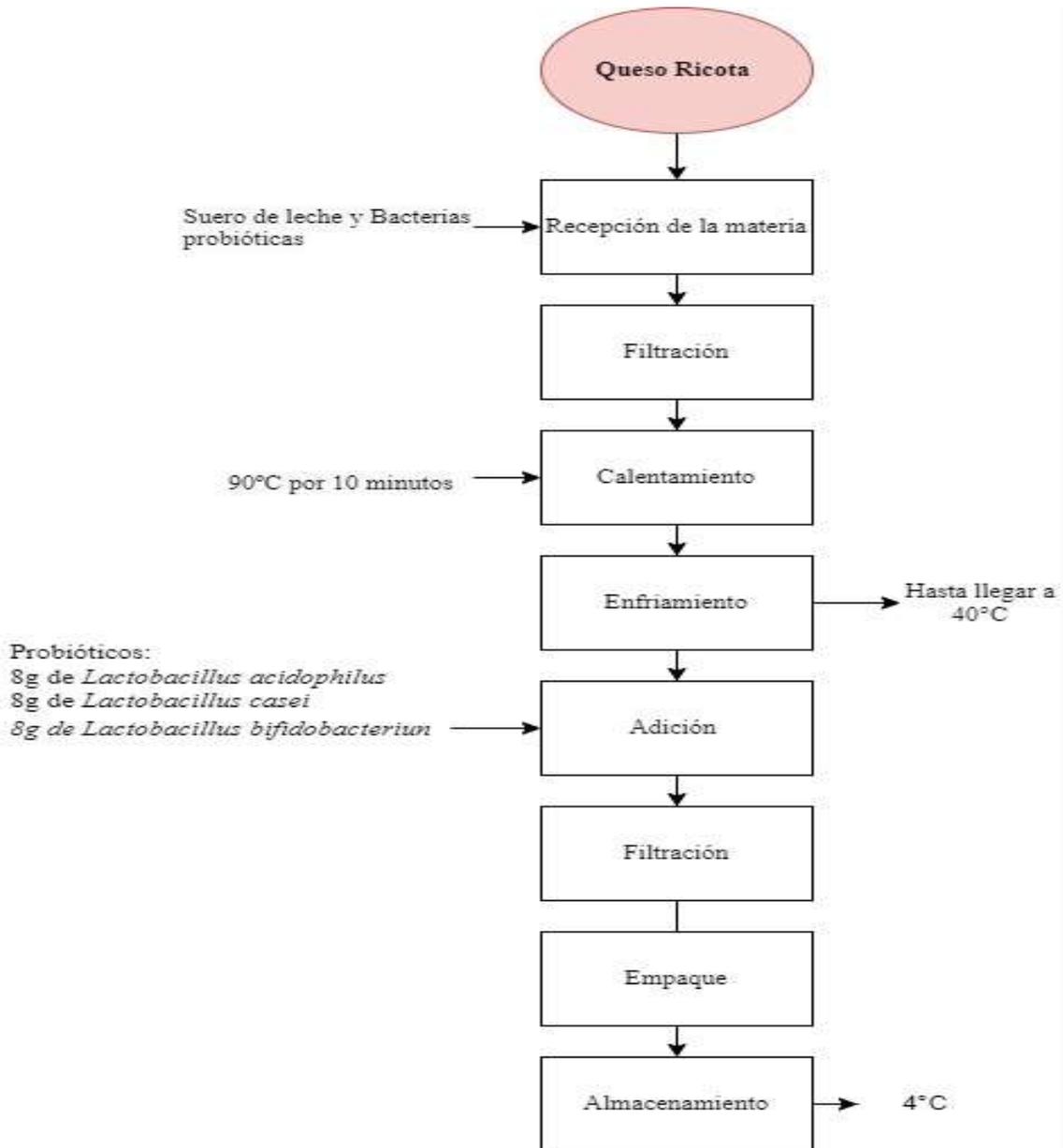


Ilustración 3-1: Diagrama de flujo del proceso de elaboración del queso ricotta con diferentes probióticos.

Realizado por: Reinoso, J., 2023

3.7.1.1 Recepción de la materia prima

El suero de leche se recibió inmediatamente después de separar de la cuajada del queso que ha sido preparado con leche pasteurizada. El suero se recepto a temperatura ambiente y se verificó que no presente materiales extraños.

3.7.1.2 Filtración

El proceso de filtración se realizó para eliminar los pequeños grumos de cuajada de queso que pudieron pasar al momento de la separación de la cuajada con el suero.

3.7.1.3 Calentamiento

El suero obtenido del proceso de elaboración de queso fresco se colocó en una olla y se lo pasteuriza a 90°C durante 10 minutos. Se va agregando ácido cítrico.

3.7.1.4 Enfriamiento

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

3.7.1.5 Adición

Se pesó 2 gramos de las diferentes bacterias probiótica para cada 12 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 incuba a 37 °C durante 48 horas.

3.7.1.6 Filtración

Una vez que la albumina se precipitó se procedió al filtrado en una tela.

3.7.1.7 Empaque

El producto se empacó en tarrinas para evitar cualquier tipo de contaminación.

3.7.1.8 Almacenamiento

Se almacenó a 4°C para extender su vida útil. (Llerena et al., 2022, págs. 8-9).

3.8 Metodología de evaluación

3.8.1 Análisis físicos y químicos

3.8.1.1 Determinación del pH

Se procedió a conectar y encender el equipo a utilizar. Comprobar que el potenciómetro se encuentre calibrado. Se colocó 10 gramos de la muestra y 3ml de agua en un vaso de precipitación y se mezcló. Luego se sumergió el electrodo de medición del potenciómetro dentro del vaso de precipitación con la muestra. Esperar a que se establezca un valor. Anotar el valor. Lavar el electrodo con agua destilada y colocarlo en su lugar, sumergido en una solución buffer (NMX-F-099, 1970, pág. 2).

3.8.1.2 Humedad

Se procedió a pesar en un vidrio reloj 2 gramos de la muestra, luego de introducirlo en la termo balanza, la humedad se determinó por diferencia de peso. Esperar a que se establezca un valor y Anotar el valor (NTE INEN 63, 1973, pág.2).

3.8.1.3 Grasa láctea en extracto seco

Para el análisis de grasa láctea se estableció el método Gerber planteado por la (NTE INEN 64, 1973, pág.1).

- Se midieron 10 gramos de muestra, homogenizo y colocó en el Butirómetro.
- Se tomaron 10 mL, exactamente de ácido sulfúrico (H₂SO₄) en el Butirómetro, se colocó teniendo cuidado de no humedecer con ácido el cuello del Butirómetro.
- Se vertió 1 mL, exactamente medido, de alcohol amílico en el Butirómetro, cuidando de no humedecer con el alcohol el cuello del Butirómetro. El alcohol amílico debe añadirse siempre después de la muestra. Tapar herméticamente el cuello del Butirómetro y agitar en una vitrina de protección invirtiendo lentamente al Butirómetro dos o tres veces durante la operación, hasta que no aparezcan partículas blancas.
- Rápidamente después de la agitación, se centrifugo el Butirómetro con su tapa colocada hacia afuera estos deben ser colocados simétricamente para equilibrarlos. Una vez que la centrífuga alcanza la velocidad necesaria, continuar la centrifugación durante un tiempo no menor de 4 min ni mayor de 5 min, a tal velocidad.
- Se retiró el Butirómetro de la centrifuga y se colocó con la tapa hacia abajo.

3.8.2 Análisis microbiológicos

Para el análisis microbiológico se toma como referencia la (NTE INEN 1334-3, 2011, pág.6). En la tabla 3-4 se puede observar los métodos aplicados para los análisis microbiológicos del queso ricotta.

Tabla 3-4: Métodos para determinar los parámetros microbiológicos del queso ricotta.

Microorganismos	Tipo de medio de cultivo	Temperatura Óptima	Tiempo de cultivo
Bacterias Probióticas	Agar MRS	37 °C	48 h

Realizado por: Reinoso, J., 2023

Para la determinación de bacterias probióticas se aplicó la metodología descrita a continuación, donde se identifica la siembra, incubación y conteo de bacterias probióticas.

3.8.2.1 Siembra de bacterias

- Limpieza y desinfección del laboratorio y los materiales a utilizar.
- Recepción de las muestras.
- Se realizó el cálculo para conocer la cantidad de agua y agar a utilizar.
- Se pesó el agar de acuerdo con las cajas Petri que se vaya a sembrar y se lo añade en un frasco termo-resistente con el agua destilada previamente añadida.
- Se utilizó el agar MRS.
- 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, puntas para micropipetas, hisopos cubiertos con papel aluminio, vasos de precipitación cubiertos con papel aluminio y el agar en agua destilada en frascos termo-resistente en el autoclave para esterilizar.
- Se realizó el auto-clavado hasta que la temperatura llegue a 120°C, Después esperar por 15 minutos para apagar la autoclave 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.
- Se coloca 1 ml de muestra en los tubos de ensayo con 9 ml de agua destilada así se realiza de forma sucesiva.
- En las cajas de petri, se colocó 10 ml de agar y se realizó movimientos para que quede completamente mezclado y luego se esperó hasta que se solidifique.
- 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*

- Se colocó las cajas Petri en la incubadora a 37 °C, para bacterias probióticas se dejó en la incubadora por 48 horas.

3.8.2.3 *Conteo*

- Se realizó el conteo de bacterias probióticas en donde 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 primero en el que se observe la mayor cantidad de colonias (carga alta), seguido por el que tenga la mitad de las colonias (carga media) y finalmente el que tenga la menor cantidad de colonias (carga baja).

Para el cálculo de las unidades formadoras de colonias/ mililitros se estableció la siguiente

Fórmula:

Cálculos

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

Donde:

CA: Carga alta

CM: Carga media

CB: Carga baja

3.8.2.4 *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 (NTE INEN 1334-3, 2011, pág.6). Además, para el cálculo de las bacterias probióticas se estableció las siguientes dos fórmulas:

Cálculos

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

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

Donde:

$\sum C$ = 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 seleccionada.

d = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10^2 .

V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

3.8.3 *Análisis sensorial*

Para la determinación del nivel de aceptabilidad del queso ricotta se realizó una prueba de aceptabilidad aplicada a 30 panelistas no entrenados, la prueba se realizó con la utilización de escala en donde se evaluó 4 atributos sensoriales (aroma, color, sabor y textura), en base a la escala de 5 puntos. El nivel de agrado de “Excelente” tiene una puntuación de 5 y el nivel de agrado de “Malo” tendrá una puntuación de 1. Donde los resultados fueron analizados por la prueba de Kruskal-Wallis prueba estadística no paramétrica, en la tabla 3-5 se puede identificar la escala de puntuación para cada uno de los atributos evaluados.

Tabla 3-5: Esquema de evaluación de los análisis sensoriales

PARÁMETROS	ESCALA DE PUNTUACIÓN
Aroma	1-5
Color	1-5
Sabor	1-5
Textura	1- 5
Apariencia general	1-5

Realizado por: Reinoso, J., 2023

Donde:

5 = Excelente

4 = Muy bueno

3 = Bueno

2 = Regular

1 = Malo

3.8.4 Mediciones económicas

Para la determinación del costo de producción se realizó una suma de los costos y gastos en la elaboración del producto y estos son divididos para la cantidad total obtenida de cada tratamiento.

Para conocer la relación beneficio/costo se establece los ingresos y egresos, donde los ingresos se estiman en base al precio por la cantidad del queso ricotta y los egresos son considerados costos de la leche y los productos para su elaboración.

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Ingresos Totales}}{\text{Egresos Totales}}$$

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis físicos y químicos

En la tabla 4-1 se presentan los resultados de los análisis físicos y químicos realizados a los quesos elaborados con diferentes bacterias probióticas.

Tabla 4-1: Resultados físicos y químicos realizados a los quesos ricotta.

Parámetro	Tipo de probiótico				E.E.	Prob.	CV
	Control	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Lactobacillus bifidobacterium</i>			
pH	5,19 a	5,17 a	5,08 a	5,15a	0,11	0,6188	2,39
Grasa %	3,24 c	3,47 b	3,63 b	3,83 a	0,04	<0,0001	2,32
Humedad %	71,40 a	66,98 b	65,94 b	66,44 b	0,32	<0,0001	0,95

CV: Coeficiente de variación

E.E.: Error estándar

Prob. > 0,05: No hay diferencias significativas

Prob. < 0,05: Hay diferencias significativas

Prob. < 0,01 Hay diferencias altamente significativas

Realizado por: Reinoso, J., 2023.

4.1.1 pH

El pH de los quesos realizados demuestra que no hay diferencias significativas, es decir la utilización de probióticos no influye en el pH de los quesos. Sin embargo se destaca valores de 5,19, 5,17, 5,08 y 5,15 respecto al tratamiento control, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus bifidobacterium* respectivamente (ver ilustración 4-1) siendo catalogados como pH ácidos de acuerdo a la escala de pH. Es necesario considerar que en el periodo inicial se destaca la fase de adaptación que tienen los microorganismos en un medio de cultivo mismo que afectara ya sea en el ascenso o en el descenso de pH.

Los resultados obtenidos tienen similitud a los valores de pH obtenidos por (Hidalgo, 2019, pág. 32), determinó valores de pH de 5,14 a 5,99 en el queso, para esto (Olivera, 2011, págs.. 12-13) menciona que el pH de los productos elaborados con microorganismos probióticos lácticos puede variar entre 4,5 a 6,8 dado a que es el pH donde los microorganismos lácticos pueden desarrollarse de manera

normal, aunque en (Velásquez et al., 2015, pág.24) también señala que el *Lactobacillus casei* puede tolerar pH más ácidos en comparación con los demás microorganismos.

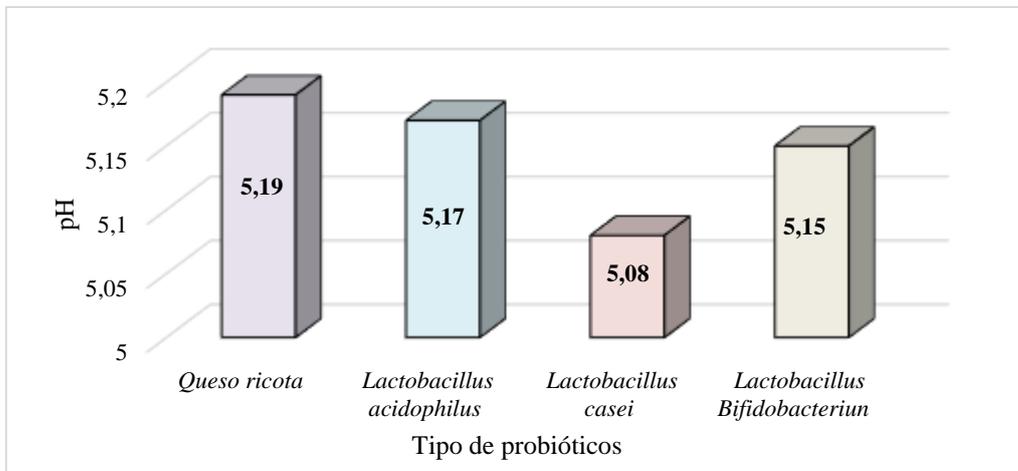


Ilustración 4-1: Contenido de pH en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.

Realizado por: Reinoso, J., 2023.

4.1.2 Grasa

En cuanto al contenido de grasa de los quesos ricotta se presentan diferencias altamente significativas por el uso de probióticos en su elaboración, encontrándose que el mejor contenido en grasas se obtiene al realizar el queso ricotta más *Lactobacillus bifidobacterium* ya que tiene el valor más alto con un porcentaje de 3,83%, mientras que al no emplear ningún probiótico se tiene el menor contenido de grasas con un porcentaje de 3,24%, efecto que puede ser ocasionado por la calidad de leche en cuanto a homogenización ya que aunque estadísticamente presenten diferencias altamente significativas, numéricamente los valores no discrepan en grandes cantidades.

De Cangas et al., (2019, pág.59) reportó en su estudio de elaboración de quesos frescos con distintos probióticos un contenido de grasa de 8%, superando a los porcentajes determinados en los quesos ricotta, diferencia que principalmente se le atribuye a la leche que se utilizó para la investigación, debido a que la grasa del que va a depender directamente del contenido graso de la leche. Por otro lado (Hidalgo, 2019, pág. 37), señala que el queso ricotta contiene 3.50 % de grasa, añadiendo que este valor puede discrepar de acuerdo a factores como el clima, la raza de ganado del cual se obtuvo la leche, la edad del animal entre otros. Sin embargo la NTE INEN 86, (2013, pág.2), reporta

un valor mínimo de grasa láctea en extracto seco de 11%, por lo que se puede determinar que las muestras poseen valores inferiores a lo establecido por la normativa.

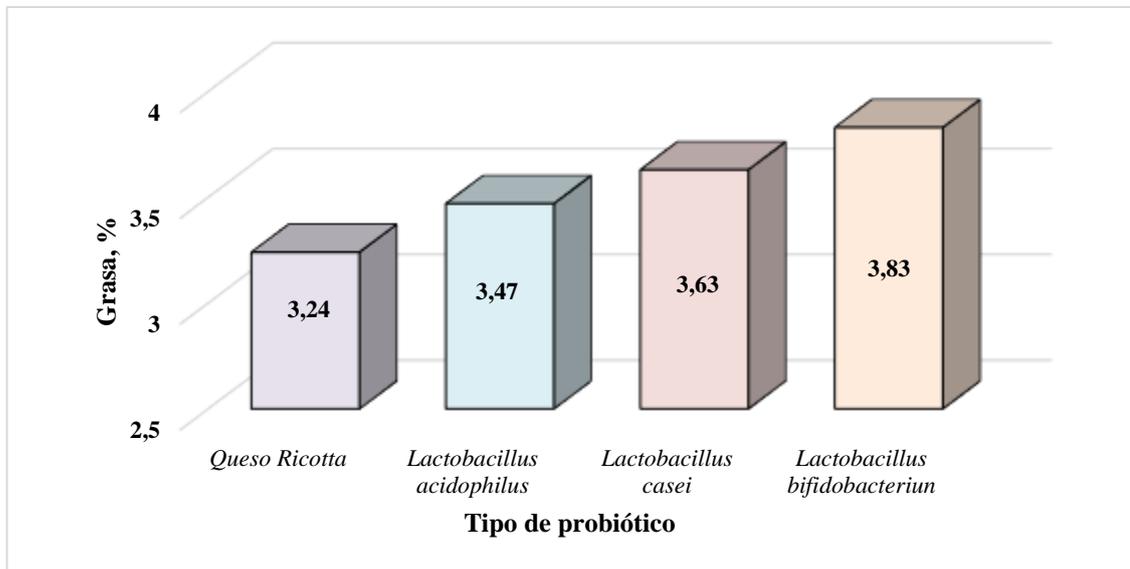


Ilustración 4-2: Contenido de grasa (%) en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.

Realizado por: Reinoso, J., 2023.

4.1.3 Humedad

El contenido de humedad de los quesos ricotta presenta diferencias altamente significativas por efecto de los probióticos utilizados, registrándose el valor más alto en el queso ricotta sin adición de probióticos con un porcentaje de 71,4% de humedad, en tanto que al realizar el queso ricotta más *Lactobacillus casei* se encuentra el valor más bajo con 65,94% de humedad, deduciendo que el uso de probióticos en la elaboración de quesos reduce su contenido de humedad (ver ilustración 4-3).

Por su parte, (Hidalgo, 2019, pág. 36), reporta valores de 71,54 y 72,75% de humedad para el queso ricotta, valores semejantes a los encontrados en esta investigación. Por otra parte (Magariños, 2009, pág. 37) reporta 74,1% de humedad siendo este superior a los valores reportados en esta investigación. Sin embargo, estos valores están dentro de las especificaciones de la NTE INEN 86, (2013 pág.2) que establece como humedad máxima para quesos blando hasta 80%, deduciendo que todos los quesos cumplen con la normativa en lo que respecta a la humedad.

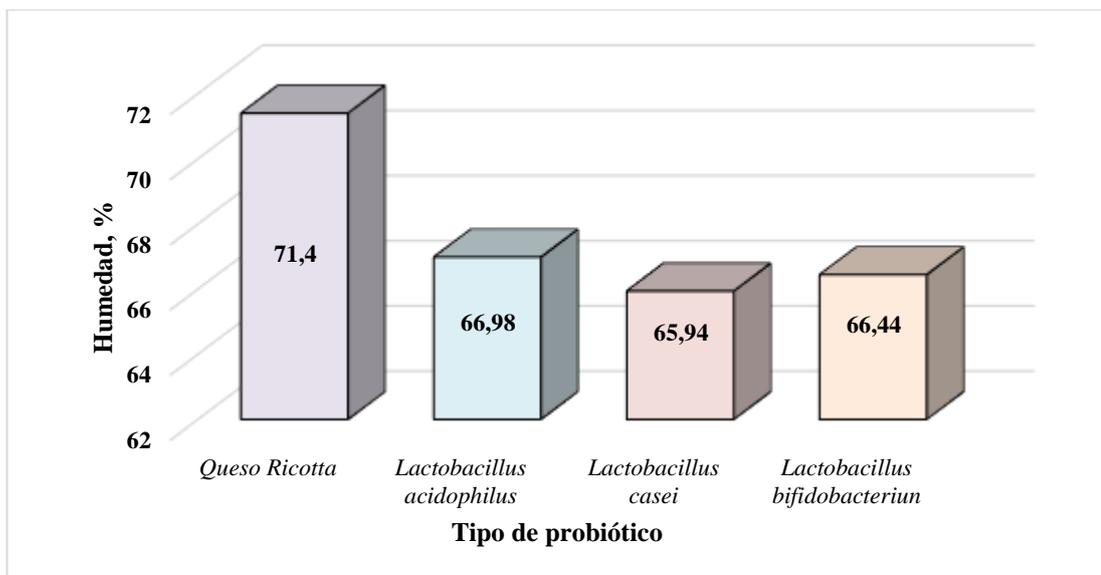


Ilustración 4-3: Contenido de humedad (%) en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.

Realizado por: Reinoso, J., 2023.

4.2 Análisis microbiológicos

Los resultados del recuento total de bacterias probióticas se presentan en la tabla 4-2, cuyos valores se determinaron durante 20 días de almacenamiento tomando referencias a los 0, 5, 10 y 20 días.

Tabla 4-2: Recuento de Bacterias probióticas presentes en el queso Ricotta.

Parámetro	Tipo de probiótico				E.E.	Prob.	CV
	Control	<i>Lactobacillus acidophilus</i> (UFC/g)	<i>Lactobacillus casei</i> (UFC/g)	<i>Lactobacillus bifidobacterium</i> (UFC/g)			
0 Días	Ausencia	300	300	300			
5 Días	Ausencia	300	300	300			
10 Días	Ausencia	6,64E+06 b	8,42E+06 a	7,16E+06 b	1,55E+05	0,0001	4,19
20 Días	Ausencia	5,98E+06 c	7,80E+06 a	6,89E+06 b	5,08E+04	0,0001	1,47

CV: Coeficiente de variación

E.E.: Error estándar

Prob. < 0,05: Hay diferencias significativas

Prob. < 0,01 Hay diferencias altamente significativas

Realizado por: Reinoso, J., 2023.

En el tratamiento control no existe la presencia de bacterias probióticas debido a que no se utilizó ningún probiótico. Los tratamientos donde se utilizó queso ricotta + *Lactobacillus acidophilus*, queso ricotta + *Lactobacillus casei* y queso ricotta + *Bifidobacterium*, de 0 a 5 días de almacenamiento presentan valores de 300 UFC/g respectivamente, notándose que se encuentra en la fase de adaptación. Mientras que para los días 10 y 20 de almacenamiento (ver tabla 4-2) se consideran alimentos probióticos de acuerdo a lo mencionado por la norma NTE INEN 1331-3, donde se establece que “El alimento debe contener un número mayor o igual de bacterias viables de origen probiótico a 1×10^6 UFC/g en el producto terminado hasta el final de la vida útil.” (2011, pág.5).

Al realizar una comparación con un estudio realizado por (Montes et al., 2021, pág. 58) sobre la cinética de crecimiento del *Lactobacillus casei*, se determinó que en 9 horas alcanzó su máximo crecimiento llegando contabilizarse $4,30E+10$ UFC/ml, por otro lado (Gámez y Jarrín, 2015, pág.56) en su estudio sobre la cinética de crecimiento y poder de inhibición del *Lactobacillus casei* reportó que a las 14 horas con 24 minutos existió el máximo desarrollo de éstos microorganismo con una cantidad de $1,3E+13$ UFC/ml. Por otra parte Jaramillo y Del Pillarmillán (2005, pág.78) realizaron la “comparación de diferentes parámetros para la optimización del crecimiento de *bifidobacterium* y *Lactobacillus*, como organismos probióticos, en un medio no láctico” determinó que las *bifidobacterium* presentan el máximo desarrollo a las 36 horas con una cantidad de $3,94E+10$ UFC/g, valores superiores a los obtenidos en esta investigación, esto puede deberse a que los patrones de crecimiento de los microorganismos se ven afectados por factores como el pH, la temperatura, la concentración del sustrato e incluso la formación de compuestos asociados al propio metabolismo, haciendo que sea más lento o más rápido el desarrollo de las mismas e incluso la cantidad presente.

4.2.1 Crecimiento de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* y *bifidocaterium* a los 10 días de almacenamiento.

El crecimiento a los 10 días de almacenamiento presentó diferencias altamente significativas por efecto de los tipos de microorganismos utilizados en la elaboración de queso ricota identificándose el mayor número de UFC/g para el tratamiento donde con *Lactobacillus casei* siendo este de $8,42E+06$ mientras que para *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus bifidobacterium* se identificaron $6,64E+06$ y $7,16E+06$ UFC/g respectivamente (ver ilustración 4-4). Este comportamiento se debe a que para dicho tiempo también comienzan a desarrollarse los microorganismos presentes de manera natural en el medio, siendo una competencia para éste

probiótico y como lo menciona (Zambrano, 2010, pág. 87) las bacterias que se presentan de manera natural en los quesos pueden reproducirse más rápido y producir sustancias inhibitorias.

Al comparar los resultados obtenidos con los de (Zambrano, 2010, pág.85) quien al realizar queso fresco con la inclusión de *Lactobacillus acidophilus* determinó que a los 15 días el queso tenía su máximo crecimiento de bacterias probióticas con un total de 2,03E+08 UFC/g, el valor determinado como máximo en esta investigación es inferior, la diferencia se pudo haber dado gracias a las características del queso fresco ya que este contiene un pH menos ácido, siendo un medio que más se adapta para el crecimiento de este probiótico. Por otra parte (Taco y García, 2021, pág. 182) menciona que *Lactobacillus acidophilus* en los alimentos probióticos incluyendo los quesos, mantienen una carga microbiana de 10^7 UFC/ml al inicio de la fermentación. Por otra parte (Balboa, 2021, pág. 107) obtuvo en un queso fresco a los 7 y 14 días de almacenamiento 1,97 E+08, 1,65 E+ 08 UFC/g de *Lactobacillus acidophilus*

En una investigación realizada por (Marín, 2019, pág. 62) se identificaron 10^7 UFC/g de *Lactobacillus casei* en queso fresco a los 14 días de almacenamiento, por otra parte (Chanchihuman y Porras, 2022, pág. 81) menciona 10^9 UFC/g de este tipo de bacteria acidoláctica los 12 días de almacenamiento en queso fresco. De acuerdo con la investigación realizada por (Obando et al., 2010, pág. 145) donde se utilizó *Lactobacillus bifidobacterium* en queso cottage se evidencio un descenso desde el día 7 hasta el día 14 de almacenamiento, 6,74 Log UFC/g y 6,56 Log UFC/g respectivamente, sin embargo en esta investigación se denota un aumento del crecimiento desde el día 5 hasta el día 10.

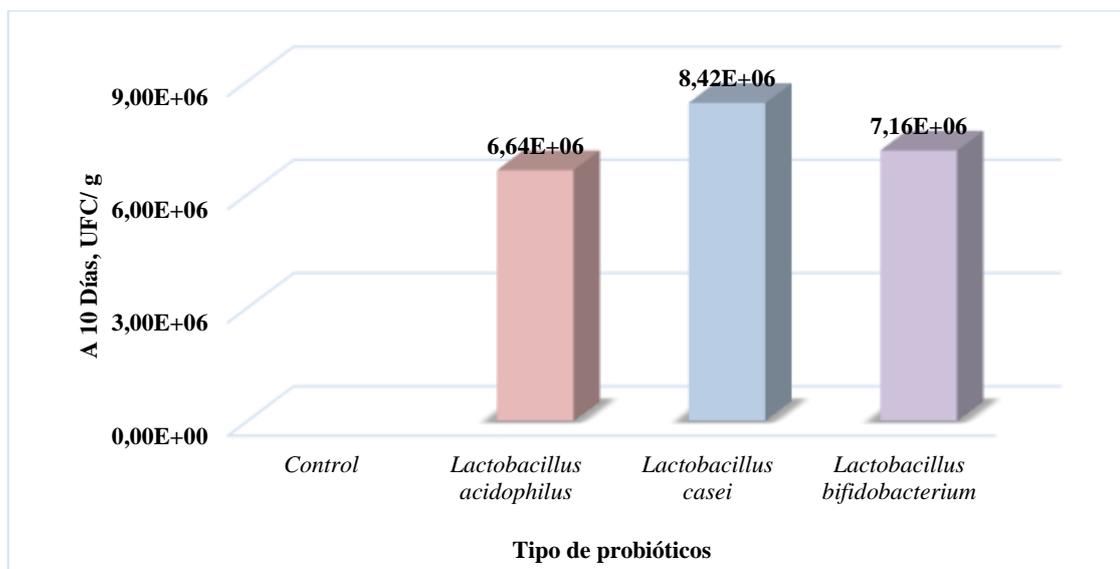


Ilustración 4-4: Crecimiento de bacterias probióticas a los 10 días de almacenamiento

Realizado por: Reinoso, J., 2023.

4.2.2 Crecimiento de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* y *bifidocaterium* a los 20 días de almacenamiento.

De acuerdo con el estudio realizado se determinó que existen diferencias altamente significativas por efecto del tipo de probiótico utilizado, obteniéndose $7,80E+06$ UFC/ g de *Lactobacillus casei* y $5,98E+06$ UFC/g de *Lactobacillus acidophilus* identificando a este tratamiento como el que menor recuento de bacterias probióticas a los 20 días de almacenamiento presentó (Ver ilustración 4-5). En general a los 20 días de almacenamiento se nota una disminución de bacterias probióticas debido a que estas pueden encontrarse en una fase estacionaria donde se dan limitaciones del crecimiento por agotamiento de algún nutriente esencial es decir un medio no adecuado para su desarrollo (CEUPE, 2020, pág. 1).

(Balboa, 2021, pág. 107) en su investigación “Elaboración del queso fresco con orégano utilizando bacterias probióticas” obtuvo $1,27E+07$ UFC/g y $1,98 E+06$ UFC/g *Lactobacillus acidophilus* a los 21 y 28 días de almacenamiento respectivamente, notándose una disminución de UFC/g en queso fresco coincidiendo con los datos observados en la tabla 4-2, donde se idéntica una disminución hasta el día 20 de almacenamiento al igual que Zambrano, (2010, pág.85) quien reporto una disminución de bacterias *L. acidophilus* al día 21 de almacenamiento de queso fresco $3,65E+07$. En la ilustración 4-9 se identifica que el probiótico como mayor recuento es *Lactobacillus casei* coincidiendo con lo expuesto por (Obando et al., 2010, pág. 145) quienes a los 21 días de almacenamiento del queso cottage determinan un recuento de $7,91 \log$ UFC/g, mientras que se discrepa respecto al recuento de *L. acidophilus* y *Bifidobacterium* ya que reporta valores de $6,69 \log$ UFC/g y $5,33 \log$ UFC/g respectivamente.

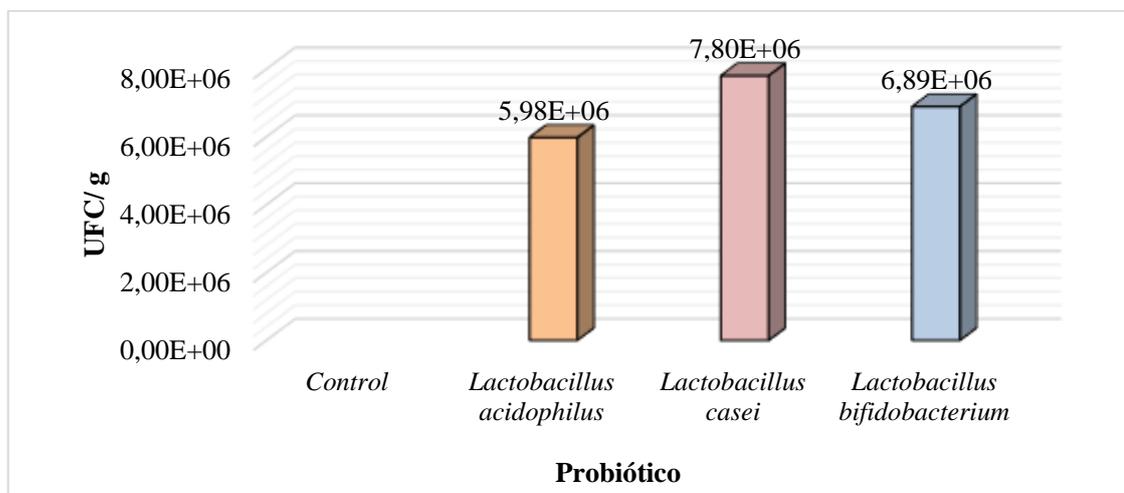


Ilustración 4-5: Crecimiento de bacterias probióticas a los 10 días de almacenamiento

Realizado por: Reinoso, J., 2023.

En la ilustración 4-6 se puede identificar una fase de latencia desde el día 0, por otra parte se puede observar un crecimiento exponencial para día 5 de almacenamiento, determinando al *L. casei* como el que mayor crecimiento presenta y a la bacteria probiótica *L. acidophilus* como la de menor crecimiento. Para el día 10 de almacenamiento del queso ricotta se puede notar un crecimiento estacionario ya que esta tiende a mantenerse estable sin embargo al aumentar el tiempo de almacenamiento se comienza la fase de declive notándose una disminución de UFC/g de bacterias probióticas a los 20 días de almacenamiento.

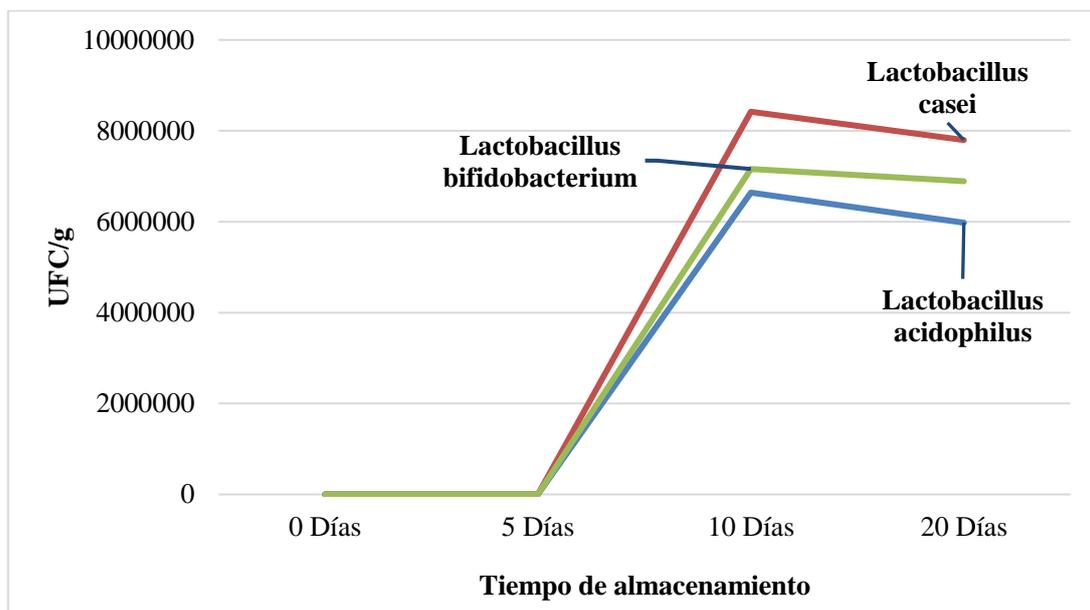


Ilustración 4-6: Crecimiento de bacterias probióticas respecto a los días de almacenamiento

Realizado por: Reinoso, J., 2023

4.3 Análisis sensorial

Los datos obtenidos de la evaluación sensorial se procesaron estadísticamente mediante la prueba no paramétrica Kruskal Wallis para determinar el grado de aceptación que tienen los quesos ricotta elaborados con diferentes probióticos, puntuándoles con una escala de 1 a 5 siendo 1 el de menos agrado y 5 de mucho agrado con las categorías “MALO” y “EXCELENTE”, respectivamente. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4-3: Resultados de la valoración sensorial de los quesos

Parámetro	<i>Lactobacillus</i>				Prob.
	Control	<i>acidophilus</i>	<i>casei</i>	<i>Bifidobacterium</i>	
Aroma	4 Muy bueno	3 Bueno	4 Muy bueno	3 Bueno	0,0004
Sabor	3 Bueno	4 Muy bueno	2,50 Bueno	2 Regular	0,0010
Textura	3 Bueno	3,50 Muy bueno	3 Bueno	3 Bueno	0,3393
Color	4 Muy bueno	4 Muy bueno	4 Muy bueno	3 Bueno	0,0020

Prob. > 0,05: No hay diferencias significativas
 Prob. < 0,05: Hay diferencias significativas
 Prob. < 0,01 Hay diferencias altamente significativas
Realizado por: Reinoso, J., 2023.

4.3.1 Aroma

El aroma de los quesos presenta diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) por efecto de la utilización de los distintos probióticos para su elaboración, reportando la mejor apreciación en el queso ricotta sin adición de probiótico y en el queso añadido *Lactobacillus casei* con una valoración 4 perteneciendo a la categoría de “MUY BUENO”, mientras que los quesos elaborados con *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus bifidobacterium* recibieron puntuaciones más bajas de 3 respectivamente (ver ilustración 4-7), categorizándose como “BUENO”, esto quizá se deba a que el metabolismo de los microorganismos genera compuestos que cambian el aroma del queso y por ende la percepción de los panelistas va ser distinta, no obstante, el aroma de los quesos es aceptable.

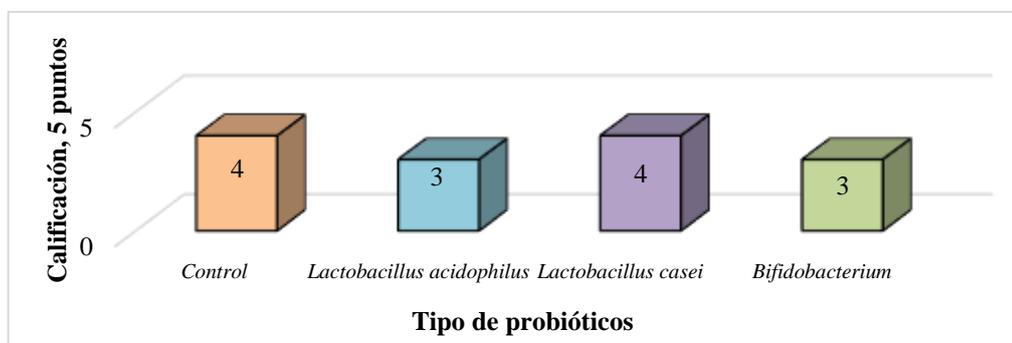


Ilustración 4-7: Valoración del aroma en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.

Realizado por: Reinoso, J., 2023.

4.3.2 Sabor

El sabor de los quesos ricotta presenta diferencias altamente significativas al utilizar diferentes probióticos en su elaboración, teniendo la mejor apreciación en el queso elaborado con *L. acidophilus* con una puntuación de 4 ubicándose en la categoría de “MUY BUENO”, en tanto que el menor puntaje se reporta en el queso elaborado con *Lactobacillus bifidobacterium* con 2 perteneciendo a la categoría “REGULAR” (Ver ilustración 4-8), estos resultados se deben a que el grupo de panelistas no fueron expertos en quesos uno de los factores que afectan principalmente en la evaluación sensorial de quesos es el sabor ácido, ya que a muchas personas no les gusta el sabor ácido de los quesos y por ello prefieren el queso fresco, cabe recalcar que los quesos blandos son considerablemente más ácidos que los quesos duros o semiduros. Además (Hidalgo, 2019, pág. 55) menciona que el agregar bacterias probióticas en el queso, hace que pierda su sabor dulce haciéndolo menos agradable al paladar de las personas que no están acostumbradas a consumir dichos productos.

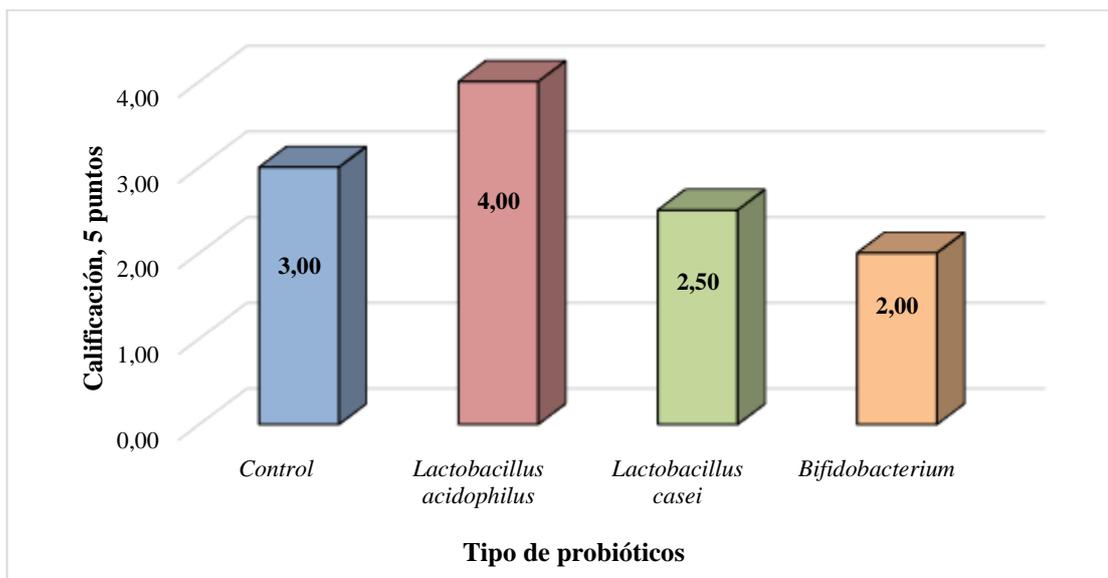


Ilustración 4-8: Valoración del sabor en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.

Realizado por: Reinoso, J., 2023.

4.3.3 Textura

Con respecto a la textura de los quesos elaborados con diferentes bacterias probióticas no existen diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por lo que sus puntuaciones se situaron de 3,00 y 3,50 correspondiendo a la categoría “BUENO y MUY BUENO” (ver ilustración 4-9) es decir que el

uso de los microorganismos probióticos no afectan a la textura del queso, la textura del queso está influenciada directamente por parámetros como la dureza, la elasticidad, la cohesividad y la masticabilidad (López, 2010, pág. 33-34) que son influenciados directamente por la calidad de la leche, el desuerado y el tiempo de almacenamiento (Gallegos, 2022, pág. 24).

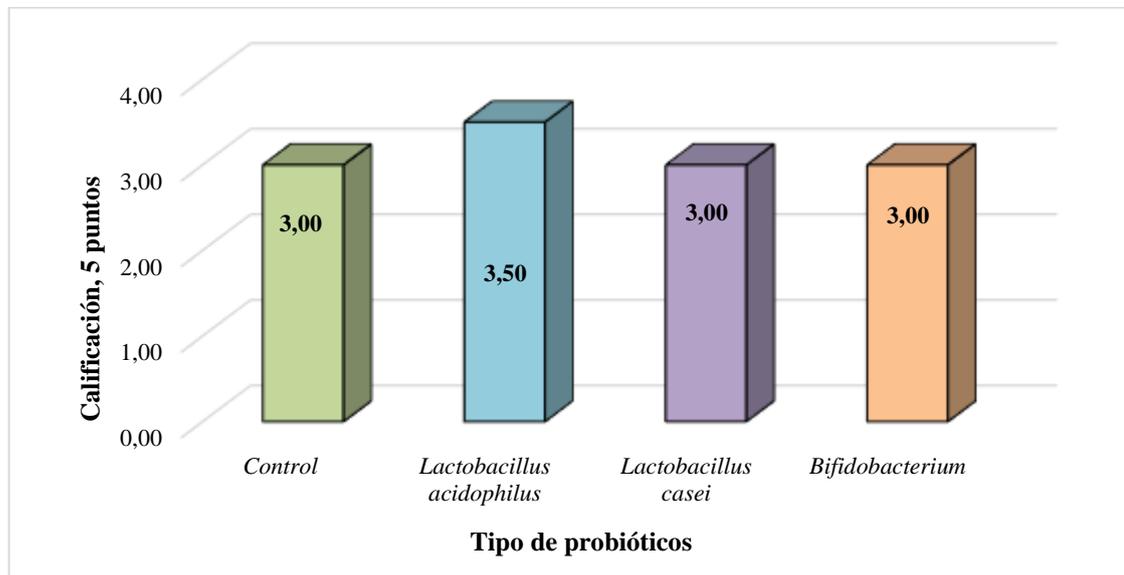


Ilustración 4-9: Valoración de la textura en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.

Realizado por: Reinoso J., 2023.

4.3.4 Color

Finalmente, en lo que respecta al color de los quesos, la utilización de probióticos en su elaboración presenta diferencias significativas ($P < 0,05$) por efecto de la utilización de probióticos en la elaboración de queso ricotta, determinando un valor de 4 para los tratamientos *Lactobacillus acidophilus*, *casei* y el tratamiento control correspondiente a “MUY BUENO” mientras que para el tratamiento donde se aplica *Bifidobacterium* se obtuvo una calificación de 3 correspondiente a “BUENO” (ver ilustración 4-10), lo cual indica que la utilización de los probióticos para la elaboración de los quesos ricotta hace que se vean diferentes entre sí. (Vázquez, 2019, pág. 6). Señala que el color de los quesos depende directamente del contenido de vitamina A de la leche ya que ésta deriva de los betacarotenos que contiene la leche generalmente le otorga el color amarillento a los quesos, haciendo que el uso de los microorganismos no sea apreciable en cuanto al color.

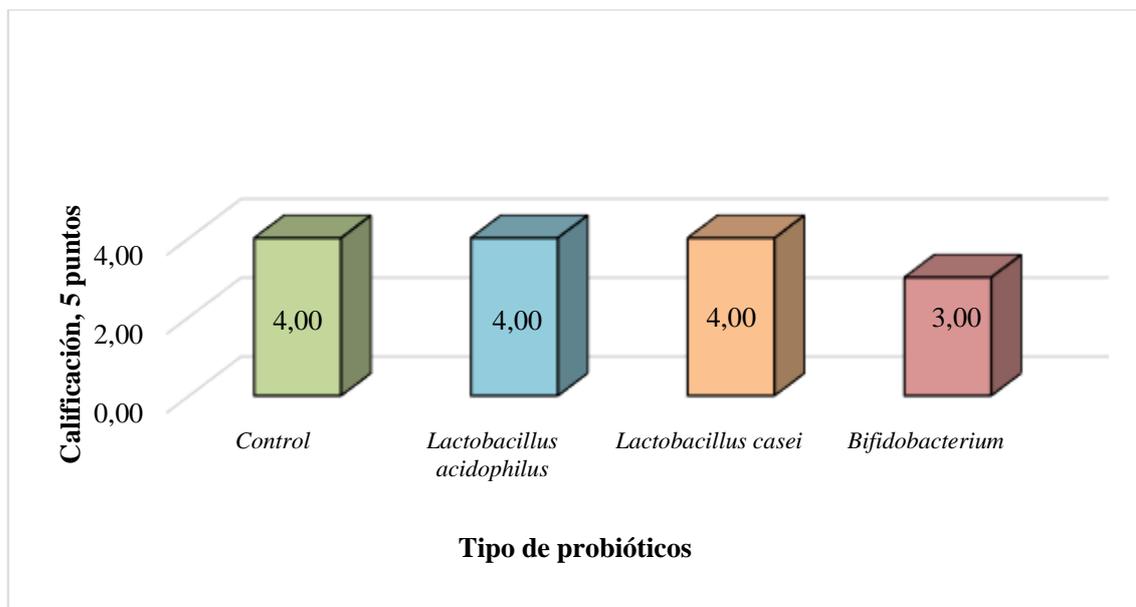


Ilustración 4-10: Valoración del color en los quesos elaborados con distintos probióticos en el queso ricotta.

Realizado por: Reinoso, J., 2023.

4.4 Análisis económico

4.4.1 Costos de producción

Los costos de producción se calcularon por cada kg de queso elaborado, determinándose que los costos incrementan de acuerdo al tipo de probiótico utilizado. Es decir donde se utiliza *L. acidophilu* genera mayor costo de producción de \$6,84 por Kg (ver tabla4-4), mientras que el valor más bajo se reporta en el queso sin adición de probiótico con un costo de producción de \$ 3,62 por Kg siendo éste el más económico.

Al elaborar el queso ricotta genera un precio de venta al público de \$4,00 por Kg y \$8,00 (queso ricotta + *Lactobacillus acidophilu*, queso ricotta + *Lactobacillus casei* y queso ricotta + *Lactobacillus bifidobacterium*) por kilogramo de venta. Al comparar con diferentes marcas comerciales como Kiosko quien mantiene el producto en el mercado de 450g a \$2.65, Floralp en una presentación de 500g a \$2.62 y Holandesa queso ricota untable de 200g a \$2,40 (Rappi, 2023, pág.1), determinándose que las marcas comerciales ecuatorianas poseen un menor valor al propuesto en la tabla 4-4, sin embargo se destaca que estos productos no poseen la adición de bacterias probióticas.

4.4.2 Beneficio costo

El mayor beneficio costo se obtiene al utilizar *Lactobacillus casei* siendo este de \$1,28, mientras que al utilizar *Lactobacillus bifidobacterium* en queso ricotta la relación beneficio costo disminuye a \$1,21 siendo la diferencia de \$0,07 (Ver tabla 4-4), mientras que el queso ricotta posee una relación de \$1,10. Es necesario destacar la importancia que tienen los alimentos probióticos frente a un alimento común.

Tabla 4-4: Análisis económico de la elaboración de queso ricotta con la adición de bacterias probióticas

Descripción	UNIDAD	PRECIO UNIDAD, USD	<i>Lactobacillus</i>			
			Control	<i>acidophilus</i>	<i>casei</i>	<i>Bifidobacterium</i>
Suero	L	0,05	2,40	2,40	2,40	2,40
Probióticos						
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	g	0,60		4,80		
<i>Lactobacillus casei</i>	g	0,55			4,40	
<i>Lactobacillus bifidobacterium</i>	g	0,60				4,80
Ácido cítrico (g)	g	0,08	0,32	0,32	0,32	0,32
Mano de obra c/h= 1,88	h	1,88	3,76	3,76	3,76	3,76
TOTAL DE EGRESOS			6,48	11,28	10,88	11,28
Cantidad de Producto(Kg)			1,79	1,65	1,74	1,71
Costo de Producción dólares/ kg			3,62	6,84	6,25	6,60
PVP			4,00	8,00	8,00	8,00
TOTAL, INGRESOS			7,16	13,20	13,92	13,68
BENEFICIO/COSTO			1,10	1,17	1,28	1,21

Realizado por: Reinoso, J., 2023

CONCLUSIONES

Al elaborar el queso ricotta con *L. casei* y *acidophilus* presentaron menor contenido graso (3,63-3,47%, respectivamente) y mayor contenido de materia seca (alrededor del 34%), con respecto a los quesos ricotta sin bacterias probióticas; presentando en general estos quesos un pH ácido.

El queso ricotta elaborado con *L. acidophilus* presento la mayor valoración en cuanto al sabor y la textura de los quesos, en cambio con el empleo del *L. casei* se tiene una mayor aceptación del aroma; estableciéndole en general que el queso del grupo control y los elaborados con *L. acidophilus* y *casei* tuvieron una buena aceptación por parte de los consumidores.

Los quesos evaluados al inicio y a los 5 días de almacenamiento presentan cantidades similares a las empleadas en la elaboración (300 UFC/g), en cambio que a los 10 y 20 días el incremento o multiplicación de las bacterias probióticas fueron considerables, registrándose la mayor cantidad del *L. casei* a los 10 días de 8,42E+06 UFC/g y a los 20 días 7,80E+06 UFC/g, lo que es beneficioso para que un alimento sea considerado como funcional por su alta presencia de bacterias probióticas benéficas.

El costo de producción del queso ricotta del grupo control fue de 3,69 dólares/kg, pero debido a los costos que presentan las bacterias probióticas el costo se elevó hasta 6,84 dólares/kg al utilizar el *L. acidophilus*. Sin embargo al emplearse el *L. casei* se obtiene la mayor rentabilidad económica (28%), esto en comparación al *L. acidophilus* y *bifidobacterium*.

RECOMENDACIONES

Emprender un estudio de mercado al utilizar *Lactobacillus acidophilus* porque presenta buenas características físico-químicas y muy buena aceptación por parte de los consumidores, aunque económicamente también se podría utilizar el *L. casei* por su mayor rentabilidad económica.

Continuar con el estudio del empleo de bacterias probióticas como *Lactobacillus plantarum* en la elaboración de otros productos lácteos con la perspectiva de ofrecer alimentos funcionales, aprovechando las propiedades benéficas que presentan las bacterias probióticas.

Difundir e incentivar al consumo del queso ricotta elaborado con bacterias probióticas dando a conocer los beneficios que provocan en la salud de los que consumen ya que mejoran la salud intestinal y fortalecen el sistema inmunitario de las personas, entre otras.

BIBLIOGRAFÍA

1. **AGUILERA GARCA, Concepción María.** *Alimentos Funcionales*. Madrid: Inutcam, 2007, pág.3.
2. **ALVARADO TORRES, Leonila Anayely; et al.** Alimento funcional con probióticos y prebióticos para pacientes con ERC. [En línea]. (Proyecto de aplicación profesional). Universidad Jesuita de Guadalajara. Tlaquepaque, Jalisco 2023. [Consulta: 20 de octubre de 2023]. Disponible en: https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/9416/InsuficienciaRenal_RPAP_I%26EBiotecnologicos%20prim23-1_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
3. **ALVAREZ BRITO, Kevin Orlando & LOOR MOLINA, José Olmedo.** RELACIÓN DEL CONSUMO DE OMEGA 3 Y SU EFECTIVIDAD EN EL TRATAMIENTO NUTRICIONAL EN PACIENTES CON DISLIPIDEMIAS. [En línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Estatal de Milagro. Ecuador, Milagro. 2021. pág.8. [Consulta: 5 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/5393/1/RELACI%c3%93N%20DEL%20CONSUMO%20DE%20OMEGA%203%20Y%20SU%20EFECTIVIDAD%20EN%20EL%20TRATAMIENTO%20NUTRICIONAL%20EN%20PACIENTES%20CON%20DISLIPIDEMIAS.pdf>
4. **ÁLVAREZ CALATAYUD, Guillermo & MATEOS LARDIÉS, Ana María.** “Guía de actuación y documento de consenso sobre el manejo de preparados con probióticos y/o prebióticos en la farmacia comunitaria SEFAC y SEPyP”. *Sociedad Española de Farmacia Familiar y Comunitaria* [En línea], 2018, (España), págs. 11-133. [Consulta: 20 de octubre de 2023]. Disponible en: https://www.sefac.org/sites/default/files/2018-07/GUIA_PROBIOTICOS%20WEB.pdf
5. **ANJUM, N; et al.** “Lactobacillus acidophilus: characterization of the species and application in food production”. *Crit Rev Food Sci Nutr* [En línea], 2014, vol. 54(9), págs 1241-1251. [Consulta: 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2011.621169?scroll=top&needAccess=true>.
6. **BALBOA CUTIPA, Natali Isabel.** Elaboración del queso fresco con orégano utilizando bacterias probióticas. [En línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Mayor de San Andres. Bolivia. 2021. pág.107. [Consulta: 5 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/31055/PG2637.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. **BERNAL CASTRO, Camila Andrea; DÍAZ MORENO Consuelo & GUTIÉRREZ CORTÉS, Carolina.** “Probióticos y prebióticos en matrices de origen vegetal: Avances en el

- desarrollo de bebidas de frutas”. *Revista Chilena de Nutrición* [En línea], 2015, (Chile), vol. 44 (4), págs. 383-392. [Consulta: 20 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v44n4/0716-1549-rchnut-44-04-0383.pdf>
8. **BURGOS, María.** *Características nutricionales del queso Ricotta*. [Blog]. 2020. [Consulta: 8 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.dietistasnutricionistas.es/caracteristicas-nutricionales-del-queso-ricotta/>
 9. **CÁMPORA, Clarisa.** “Alimentos funcionales: tecnología que hace la diferencia”. *Revista de investigaciones Agropecuarias* [En línea], 2019, (Argentina), vol. 42 (2), págs. 131-137. . [Consulta: 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/864/86447075004.pdf>
 10. **CASTILLO BARÓN, Lidy Viviana.** “Probióticos y prebióticos como alimentos funcionales en nutrición animal”. *Zoociencia* [En línea], 2016, (Bogotá), vol. 3 (2), págs. 15-21. [Consulta: 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/zoociencia/article/view/514/437>
 11. **CASTRO, Luz Ángela & ROVETTO, Consuelo.** “Probióticos: utilidad clínica”. *Colombia Médica* [En línea], 2006, (Colombia), vol. 37 (4), págs. 1308-314. [Consulta: 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cm/v37n4/v37n4a08.pdf>
 12. **CANCHIHUAMAN PAUCAR, Katty Judith & PORRAS RICALDI, Liz Karina.** Influencia de la adición de componentes proteicos y *Lactobacillus casei* sobre las características y vida útil del queso fresco funcional. [En línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional del Centro del Perú. Perú, Junín. 2022. pág. 81. [Consulta: 5 de noviembre de 2023]. Disponible en https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9302/T010_72088650_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 13. **CEUPE.** *Desarrollo Microbiano*. [Blog]. 2020. [Consulta: 8 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.ceupe.com/blog/desarrollo-microbiano.html>
 14. **DE CANGAS MORÁN, Ramón; et al.** “Desarrollo de un queso fresco con cultivos probióticos e ingredientes vegetales”. *Tecnología Química* [En línea], 2019, vol. 39 (1), págs. 49-63. [Consulta: 28 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v39n1/2224-6185-rtq-39-01-49.pdf>
 15. **ENJAMIO PARRALES, Lander; et al.** *Informe sobre Legumbres, Nutrición y Salud* [En línea]. España: Fundación Española de la Nutrición, 2017, pág. 2 [Consulta: 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/informe-legumbres-nutricion-y-saludvw.pdf>

16. **GALLEGOS RAMOS, Julio Rumualdo.** Influencia del aceite esencial de muña (*minthostachys mollis*) en la elaboración de queso tipo paria y su efecto frente al fermento láctico. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Nacional De Juliaca. Juliaca. 2022. pág.24. [Consulta: 15 de diciembre de 2023]. Disponible en: http://repositorio.unaj.edu.pe/bitstream/handle/UNAJ/211/TESIS_2022_TANIA%20GABRIEL A%20GONZALES%20MENESES%20-%20IIA_UNAJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y
17. **GONZÁLEZ, B; DOMÍNGUEZ, R & ALCOCER, B.** “Aloe vera como sustrato para el crecimiento de *Lactobacillus plantarum* y *L. casei*”. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* [En línea], 2008, vol. 6 (2), págs. 152-157. [Consulta: 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/724/72411971009.pdf>
18. **HANSEN, P., & LESSEL, E.** “*Lactobacillus casei* (Orla- Jensen) comb. Nov”. *International Journal of Systematic Bacteriology* [En línea], 1971, vol. 21 (1), págs. 69-71. [Consulta: 1 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.microbiologyresearch.org/docserver/fulltext/ijsem/21/1/ij-s-21-1-69.pdf?expires=1704814865&id=id&accname=guest&checksum=784BA74B8C18655CBD625B38A4F0EEAB>
19. **HIDALGO PUMAGUALLE, Julio César.** Utilización de quitosano como aglutinante en la elaboración de queso ricotta a partir de dos tipos de suero. [En línea]. (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador, Riobamba. 2019. págs. 32-37. [Consulta: 15 de diciembre de 2023]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/13468/1/27T0413.pdf>
20. **IÑAGUEZ PALOMARES, Caludia & ACEDO FÉLIX, Evelia.** “Mecanismo de adhesión al tracto intestinal y antagonismo de *Bifidobacterium*”. *Centro de investigación en Alimentación y Desarrollo A.C* [En línea], 2006, vol. 7 (2), págs. 1-10. [Consulta: 1 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revsalpubnut/spn-2006/spn062f.pdf>
21. **JARAMILLO ARBELÁEZ, Verónica & DEL PILLARMILLÁN OBANDO, Andrea.** Estudio comparativo de diferentes parámetros para la optimización del crecimiento de *Bifidobacterias* y *Lactobacillus*, como organismos probióticos, en un medio no láctico. [En línea]. (Trabajo de titulación). Universidad de los Andes. Bogotá. 2005. págs. 78. [Consulta: 15 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/05c7c84f-f66f-4a21-a082-639a5e795488/content>
22. **JURADO GÁMEZ, Henry & JARRÍN JARRÍN, Verónica.** “Cinética de crecimiento de *Lactobacillus lactis* y determinación del efecto probiótico en cepas patógenas”. *Revista Biosalud* [En línea], 2015, (Colombia), vol. 14(2), págs. 49-62. [Consulta: 20 de diciembre de 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v14n2/v14n2a05.pdf>

23. **JURADO GÁMEZ, H. & GÚZMAN INSUASTY, M.** “Determinación de la cinética, pruebas de crecimiento y efecto de inhibición in vitro de *Lactobacillus casei* en *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Streptococcus agalactiae* y *Escherichia coli*”. *Revista de la facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* [En línea], 2015, (Colombia), vol. 62(2), págs. 23-39. [Consulta: 20 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4076/407642416004.pdf>

24. **JURADO GÁMEZ, Henry; CALPA YAMÁ, Fredy & CHASPUENGAL TULCÁN, Aura.** “Determinación de parámetros cinéticos de *Lactobacillus casei* en dos medios probióticos”. *Veterinaria y Zootécnica* [En línea], 2008, (Colombia), vol. 8 (2), págs. 15-35. [Consulta: 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/vetzootec/article/view/4163/3843>

25. **LLERENA RAMÍREZ, Carmen; et al.** “Rendimiento del queso Ricota a partir del Lactosuero ácido resultante de la elaboración de queso fresco con probiótico”. *Revista: Caribeña de Ciencias Sociales* [En línea], 2017, (El Caribe), vol. 1 (1), págs. 1-17. [Consulta: 27 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2017/06/queso-ricota-rendimiento.zip>

26. **LÓPEZ GUZMAN, Ingrid Karina.** Propiedades físico-químicas, texturales y sensoriales del queso elaborado en el municipio de Vega de Alatorre, Ver., y su relación con algunas características del queso de La Joya, Ver. [En línea]. (Trabajo de titulación). Universidad de Veracruzana. México. 2011. pág.33-34. [Consulta: 15 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46793/LopezGuzmanIngridKarina1d2.pdf?s>

27. **LOZANO PÉREZ LARA, Martha Celia.** Estudio de la viabilidad *Lactobacillus casei* *Shirota* en una gelatina de pitaya (*Stenocereus griseus* H). [En línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Instituto Politécnico Nacional. México. 2011. pág.12. [Consulta: 15 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/8891/1/VFINAL%20TESIS%20MLOZANO.pdf>

28. **MAGARIÑOS HAWKINS, Haroldo; et al.** Elaboración de queso ricotta a partir de concentrado proteico de suero (cps). [En línea], 2009, (Chile), vol. 37 (1), págs. 34-40 [Consulta: 20 de diciembre de 2023]. Disponible en: <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v37n1/art04.pdf>

29. **MARCIAL RODRÍGUEZ, Santiago Guillermo.** Reducción del impacto de la contaminación provocada por el deficiente tratamiento en el evacuado del suero de leche en la quesería rural Asociativa Abelito del cantón Ambato. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Técnica de Ambato. Ecuador, Ambato. 2012. pág.42. [Consulta: 15 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/1922>

30. **MARÍN MARTÍNEZ, Andrés Felipe.** Evaluación de la inclusión de oligosacáridos de avena y *Lactobacillus casei subsp. rhamnosus* como probiótico en quesos frescos. [En línea]. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Colombia. Colombia- Bogotá. 2019. pág.62. [Consulta: 15 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/78229/1019086765.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
31. **MIRANDA MIRANDA, Oscar.** “Una bebida probiótica con posibles aplicaciones terapéuticas elaborada a escala industrial a partir del suero de leche”. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición* [En línea], 2019, (Cuba), vol. 29 (2), págs. 347-358. . [Consulta: 8 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubalnut/can-2019/can192g.pdf>
32. **MONTES RAMÍREZ, Luz Mary; et al.** Espectroscopia de impedancia eléctrica, una herramienta para aplicaciones biotecnológicas con *Lactobacillus casei* ATCC 393. *Revista Colomb. Biotecnol.* [En línea], 2021, (Colombia), vol. 23 (1), págs. 55-61. [Consulta: 20 de diciembre de 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v23n1/0123-3475-biote-23-01-55.pdf>
33. **NMX-F- 099: 1970.** *Método de prueba para la determinación de pH en quesos procesados.*
34. **NTE INEN 1334-3:** *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 3. Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables.*
35. **NTE INEN 1528:2012.** *Norma general para quesos frescos no madurados. Requisitos.*
36. **NTE INEN 2587: 2011.** *Alimentos funcionales. Requisitos.*
37. **NTE INEN 2594: 2011.** *Suero de leche líquido. Requisitos.*
38. **NTE INEN 63-10:** 1973. *Determinación del contenido de humedad.*
39. **NTE INEN 64-10:** 1973. *Determinación del contenido de grasa.*
40. **NTE INEN 86:2013.** *Queso Ricota. Requisitos.*
41. **OLIVERA, Jorge.** Caracterización tecnológica de cepas de bacterias ácido lácticas aisladas de la leche. [En línea]. (Trabajo de titulación). Universidad de la Republica. Uruguay. 2011. pág. 12

- 13. [Consulta: 15 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/1331/1/uy24-15316.pdf>
42. **OBANDO, Mónica; et al.** “Viabilidad De Los Microorganismos *Probióticos Lactobacillus Casei 01, Lactobacillus Acidophilus La-5, Bifidobacterium Bb12* Durante El Almacenamiento De Queso Cottage”. *VITAE* [En línea], 2010, (Medellín), vol.14 (2), págs. 141-148. [Consulta: 1 de diciembre de 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Monica-Obando-2/publication/262440725_VIABILITY_OF_THE_PROBIOTIC_MICROORGANISMS_Lactobacillus_casei_01_Lactobacillus_acidophilus_La-5_Bifidobacterium_BB12_DURING_COTTAGE_CHEESE_SHELF_LIFE/links/5ecbfa8b92851c11a88a83b4/VIABILITY-OF-THE-PROBIOTIC-MICROORGANISMS-Lactobacillus-casei-01-Lactobacillus-acidophilus-La-5-Bifidobacterium-BB12-DURING-COTTAGE-CHEESE-SHELF-LIFE.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail&_rtd=e30%3D
43. **PAREDES LASCANO, Patricia; RUIZ CHAVEZ, Paul & BRAVO PAREDES, ALEJANDRO.** Usos clínicos de los probióticos en pediatría. *Revista Universitaria con Proyección Científica, académica y social* [En línea], 2020, (Ambato), vol. 4 (2), págs. 40-48. [Consulta: 27 de octubre de 2023]. Disponible en: file:///C:/Users/USER/Downloads/xproanio,+Gestor_a+de+la+revista,+probioticos+en+pediatria.pdf
44. **PARRA HUERTAS, Ricardo Adolfo.** “Lactosuero: Importancia en la Industria de Alimentos”. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública* [En línea], 2009, (Colombia), vol. 61(1), págs. 4967-4982. [Consulta: 20 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>
45. **PUCHA INCHA, Johana Priscila.** Diseño de un proceso industrial para la elaboración de queso ricotta a partir de suero láctico para la Corporación De Organizaciones Campesinas Indígenas De Las Huaconas Y Culluctus (Cocihc), cantón Colta. [En línea]. (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador, Riobamba. 2019. págs. 23-24. [Consulta: 25 de octubre de 2023]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/13457/1/96T00567.pdf>
46. **PUERTAS PÉREZ, Corina.** Elaboración y caracterización de quesos simbióticos con ácido lactobiónico y *Lactobacillus plantarum* CECT 9567. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad de Oviedo. España. 2019. págs. 3-35. [Consulta: 15 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/59502/TFM%20CORINA%20FINAL.pdf?sequence=4>
47. **PRADO ACOSTA, Mariano.** “S-layer de *Lactobacillus acidophilus*: caracterización y análisis funcional”. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Doctoral). Universidad de Buenos Aires. 2010.

Pág. 19- [Consulta: 15 de octubre de 2023]. Disponible en:

https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n4606_PradoAcosta.pdf

48. **RAPPI**. *Productos* [Blog]. Ecuador, 2021. [Consulta: 28 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.rappi.com.ec/p/la-holandesa-queso-ricotta-utable-2362>
49. **RODRÍGUEZ LEYTON, Mylene**. “Desafíos para el consumo de frutas y verduras”. *Facultad de Medicina Humana* [En línea], 2019 (Colombia), vol. 19 (2), págs. 105-112. [Consulta: 8 de noviembre de 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rfmh/v19n2/a12v19n2.pdf>
50. **RONDON, Lisett; et al.** “Probióticos: generalidades”. *Archivos venezolanos de puericultura y pediatría* [En línea], 2015, (Caracas), vol.78 (4), págs. 123-128. [Consulta: 1 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://ve.scielo.org/pdf/avpp/v78n4/art06.pdf>
51. **TACO, Katherin & GARCÍA, Paula**. “Optimización de parámetros para la elaboración de leche ácida con *Lactobacillus acidophilus*” [En línea], 2021, (Perú), vol.32 (1), págs. 179-186. [Consulta: 1 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v32n1/0718-0764-infotec-32-01-179.pdf>
52. **TURRONI, Francesca; et al.** “Bifidobacterium bifidum: A key member of the early human gut microbiota”. *MDPIS* [En línea], 2019, (Suiza), vol. 7 (11), págs. 1-13. [Consulta: 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/337188782_Bifidobacterium_bifidum_A_Key_Member_of_the_Early_Human_Gut_Microbiota
53. **UTPL**. *Suero de leche, un aliado para la innovación alimenticia*. [Blog]. Quito, 2021. [Consulta: 15 de octubre de 2023]. Disponible en: <https://noticias.utpl.edu.ec/suero-de-leche-un-aliado-para-la-innovacion-alimenticia>
54. **VÁZQUEZ LÓPEZ, M; et al.** “Optimización del proceso de elaboración y viabilidad de bacterias probióticas en un queso untable tipo ricotta” *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica* [En línea], 2019 (México), vol. 6 (36), págs. 1-12. [Consulta: 8 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/riiit/v6n36/2007-9753-riiit-6-36-00001.pdf>
55. **VELASQUEZ TELLEZ, John Alexander; et al.** “CRECIMIENTO DE *Lactobacillus casei* ssp *casei* ATCC 393 EN SUERO CLARIFICADO”. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* [En línea], 2015, vol. 13 (1), págs. 19-27. [Consulta: 1 de noviembre de 2023]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n1/v13n1a03.pdf>

56. **VILLAMIL, Ruby Alejandra; et al.** “Desarrollo de productos lácteos funcionales y sus implicaciones en la salud: Una revisión de literatura”. *Rev. Chil. Nutr. Agropecuarias* [En línea], 2020 (Chile), vol. 47 (6), págs. 1018-1028. [Consulta: 2 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v47n6/0717-7518-rchnut-47-06-1018.pdf>
57. **ZAMBRANO DÁVALOS, María Cristina.** Elaboración de queso fresco con la utilización de un fermento probiótico (*Lactobacillus acidophilus*). [En línea]. (Trabajo de titulación). Escuela Politécnica Nacional. Ecuador, Quito. 2010. págs. 85-90. [Consulta: 5 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1929/1/CD-2816.pdf>

ANEXOS

ANEXO A: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE QUESO RICOTTA CON DIFERENTES BACTERIAS PROBÓTICAS

Tratamientos	Rep	pH	HUMEDAD %	GRASA %	
Control	TO	R1	5,45	71,621	3,30
		R2	5,23	70,563	3,04
		R3	5,06	71,704	3,35
		R4	5,00	71,696	3,27
Lactobacillus acidophilus	T1	R1	5,26	66,784	3,40
		R2	5,18	67,814	3,46
		R3	5,20	66,204	3,49
		R4	5,02	67,104	3,54
Lactobacillus casei	T2	R1	5,15	65,415	3,65
		R2	5,05	66,918	3,60
		R3	5,00	65,325	3,67
		R4	5,10	66,117	3,60
Bifidobacterium	T3	R1	5,1	66,099	3,79
		R2	5,16	65,778	3,85
		R3	5,25	67,016	3,77
		R4	5,1	66,874	3,90

ANEXO B: ESTADÍSTICO, pH DE LAS MUESTRAS DE QUESO CON LA ADICIÓN DE PROBIÓTICOS

Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
Control	5,45	5,23	5,06	5	20,74	5,19
Lactobacillus acidophilus	5,26	5,18	5,2	5,02	20,66	5,17
Lactobacillus casei	5,15	5,05	5	5,1	20,30	5,08
Bifidobacterium	5,1	5,16	5,25	5,1	20,61	5,15

Coefficiente de variación (C.V.) 2,39

Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,03	3	0,01	0,61	0,6188
Error	0,18	12	0,02		
Total	0,21	15			

P<0,05: Presenta diferencias significativas

Prueba de separación de medias (TUKEY=5)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
Control	5,19	4	0,06	A
Lactobacillus casei	5,17	4	0,06	A
Lactobacillus acidophilus	5,08	4	0,06	A
Bifidobacterium	5,15	4	0,06	A

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

ANEXO C: ESTADÍSTICO, % DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS DE QUESO CON LA ADICIÓN DE PROBIÓTICOS

Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
Control	71,62	70,56	71,70	71,70	285,58	71,39
Lactobacillus acidophilus	66,79	67,81	66,20	67,10	267,91	66,97
Lactobacillus casei	65,42	66,92	65,33	66,12	263,78	65,94
Bifidobacterium	66,10	65,78	67,02	66,88	265,76	66,44
Coeficiente de Variación (C.V.)						0,95

Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	75,4	3	25,13	60,36	<0,0001
Error	5	12	0,42		
Total	80,4	15			

P≤0,01: Presenta diferencias altamente significativas

Prueba de separación de medias (TUKEY=5)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
Control	71,4	4	0,32	B
Lactobacillus acidophilus	66,98	4	0,32	A
Lactobacillus casei	65,94	4	0,32	A
Bifidobacterium	66,44	4	0,32	A

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

ANEXO D: ESTADÍSTICO, % DE GRASA DE LAS MUESTRAS DE QUESO CON LA ADICIÓN DE PROBIÓTICOS

Resultados experimentales

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
Control	3,3	3,04	3,35	3,27	12,96	3,24
Lactobacillus acidophilus	3,4	3,46	3,49	3,54	267,91	3,47
Lactobacillus casei	3,65	3,6	3,67	3,6	263,78	3,63
Bifidobacterium	3,79	3,85	3,77	3,9	265,76	3,83
Coeficiente de Variación (C.V.)						2,32

Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0,74	3	0,25	36,53	<0,0001
Error	0,08	12	0,01		
Total	0,82	15			

$P \leq 0,01$: Presenta diferencias altamente significativas

Prueba de separación de medias (TUKEY=5)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
Control	3,24	4	0,04	A
Lactobacillus acidophilus	3,47	4	0,04	B
Lactobacillus casei	3,63	4	0,04	B
Bifidobacterium	3,83	4	0,04	C

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

ANEXO E: ESTADÍSTICO, BACTERIAS PROBIÓTICAS Lactobacillus acidophilus EN QUESO RICOTTA

Resultados experimentales

Días de almacenamiento	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
0	>300	>300	>300	>300	1200,00	300,00
5	>300	>300	>300	>300	1200,00	300,00
10	6,61E+06	6,65E+06	6,35E+06	6,93E+06	2,65E+07	6,64E+06
20	6,09E+06	5,85E+06	6,00E+06	5,96E+06	2,39E+07	5,98E+06
Coeficiente de Variación (C.V.)						4,08

Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Días de almacenamiento	1,60E+14	3	5,33E+13	3216,66	<0,0001
Error	1,99E+11	12	1,66E+10		
Total	1,60E+14	15			

$P \leq 0,01$: Presenta diferencias altamente significativas

Prueba de separación de medias (TUKEY=5)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
0	<3,00E+02	4	6,44E+04	A
5	<3,00E+02	4	6,44E+04	A
10	6,64E+06	4	6,44E+04	C
20	5,98E+06	4	6,44E+04	B

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

Resultados experimentales

Días de almacenamiento	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
0	>300	>300	>300	>300	1200,00	>300,00
5	>300	>300	>300	>300	1200,00	>300,00
10	8,52E+06	8,02E+06	8,99E+06	8,13E+06	3,37E+07	8,42E+06

Coeficiente de Variación (C.V.)

5,06

ANEXO F: ESTADÍSTICO, BACTERIAS PROBIÓTICAS Lactobacillus casei EN QUESO RICOTTA

Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Días de almacenamiento	2,64E+14	3	8,79E+13	1,70E+03	<0,0001
Error	6,19E+11	12	5,16E+10		
Total	2,64E+14	15	8,7888E+13		

P≤0,01: Presenta diferencias altamente significativas

Prueba de separación de medias (TUKEY=5)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
0	3,00E+02	4	1,14E+05	A
5	3,00E+02	4	1,14E+05	A
10	8,42E+06	4	1,14E+05	C
20	7,80E+06	4	1,14E+05	B

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

ANEXO G: ESTADÍSTICO, BACTERIAS PROBIÓTICAS Bifidobacterium EN QUESO RICOTTA

Resultados experimentales

Días de almacenamiento	Repeticiones				Suma	Media
	I	II	III	IV		
0	>300	>300	>300	>300	1200,00	300,00
5	>300	>300	>300	>300	1200,00	300,00
10	7,45E+06	7,00E+06	7,11E+06	7,09E+06	2,87E+07	7,16E+06
20	6,98E+06	6,78E+06	6,93E+06	6,85E+06	2,75E+07	6,89E+06
Coeficiente de Variación (C.V.)						3,08

Análisis de varianza (ADEVA)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Días de almacenamiento	1,97E+14	3	6,58E+13	5,63E+03	<0,0001
Error	1,40E+11	12	1,17E+10		
Total	1,98E+14	15			

$P \leq 0,01$: Presenta diferencias altamente significativas

Prueba de separación de medias (TUKEY=5)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Rango
0	3,00E+02	4	5,41E+04	A
5	3,00E+02	4	5,41E+04	A
10	7,16E+06	4	5,41E+04	C
20	6,89E+06	4	5,41E+04	B

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

ANEXO H: DATOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

Tratamiento	Estudiantes	Aroma	Color	Sabor	Textura
T0	1	5	5	4	3
T0	2	4	4	3	4
T0	3	3	3	3	3
T0	4	3	4	2	2
T0	5	4	4	4	4
T0	6	4	5	3	4
T0	7	3	4	4	4
T0	8	5	5	4	2
T0	9	2	4	4	2
T0	10	3	4	1	2
T0	11	4	5	3	3
T0	12	5	4	4	4
T0	13	5	5	2	3
T0	14	5	4	3	4
T0	15	3	3	3	3
T0	16	5	5	3	3
T0	17	3	5	3	2
T0	18	3	5	3	5
T0	19	3	3	3	4
T0	20	5	5	3	4
T0	21	5	5	2	4
T0	22	3	5	2	3
T0	23	4	4	3	3
T0	24	4	5	5	3
T0	25	4	4	2	2
T0	26	3	4	3	3
T0	27	5	5	3	3
T0	28	4	4	3	4
T0	29	2	3	3	3
T0	30	2	4	3	3
T1	1	4	5	5	5
T1	2	2	4	2	4
T1	3	4	3	5	3
T1	4	2	4	2	3
T1	5	2	3	3	2
T1	6	3	4	4	4
T1	7	2	4	5	4
T1	8	4	4	5	4
T1	9	1	4	3	4
T1	10	4	3	4	3

T1	11	1	4	2	2
T1	12	2	2	3	2
T1	13	1	5	1	3
T1	14	3	4	4	4
T1	15	3	3	2	3
T1	16	1	5	5	5
T1	17	5	4	4	3
T1	18	5	5	5	5
T1	19	4	3	4	4
T1	20	3	5	4	4
T1	21	2	4	3	3
T1	22	2	5	1	3
T1	23	4	4	4	4
T1	24	4	4	4	4
T1	25	3	4	2	2
T1	26	1	3	1	3
T1	27	4	5	2	3
T1	28	3	4	4	4
T1	29	3	2	3	4
T1	30	4	4	4	3
T2	1	4	4	3	3
T2	2	2	4	2	4
T2	3	4	3	2	3
T2	4	2	4	1	4
T2	5	4	4	4	4
T2	6	4	4	3	2
T2	7	2	4	4	4
T2	8	3	3	2	1
T2	9	2	4	3	4
T2	10	5	4	2	5
T2	11	5	5	1	2
T2	12	3	3	3	2
T2	13	3	5	1	3
T2	14	3	4	3	4
T2	15	4	3	1	2
T2	16	4	5	1	4
T2	17	5	4	3	2
T2	18	4	5	4	5
T2	19	3	3	2	2
T2	20	4	5	3	3
T2	21	3	4	2	3
T2	22	2	5	2	3
T2	23	4	4	4	4

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

ANEXO I: PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL

Resultados experimentales

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl	C	H	p
Aroma	T0	30	3,77	1,01	4	75,93	3	0,94	17,14	0,0004
Aroma	T1	30	2,87	1,22	3	51,7				
Aroma	T2	30	3,57	1,04	4	70,48				
Aroma	T3	30	2,6	1,13	3	43,88				

$P \leq 0,01$: Presenta diferencias altamente significativas

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl	C	H	p
Color	T0	30	4,3	0,7	4	73,25	3	0,86	8,2	0,0224
Color	T1	30	3,9	0,84	4	57,75				
Color	T2	30	4,07	0,69	4	62,93				
Color	T3	30	3,6	0,97	4	48,07				

$P \leq 0,05$: Presenta diferencias significativas

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl	C	H	p
Sabor	T0	30	3,03	0,81	3	68,78	3	0,94	15,31	0,001
Sabor	T1	30	3,33	1,3	4	75,95				
Sabor	T2	30	2,5	1,07	2,5	52,4				
Sabor	T3	30	2,23	1,07	2	44,87				

$P \leq 0,01$: Presenta diferencias altamente significativas

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl	C	H	p
Textura	T0	30	3,2	0,81	3	60,1	3	0,91	3,05	0,3393
Textura	T1	30	3,47	0,86	3,5	69,5				
Textura	T2	30	3,13	1,04	3	57,75				
Textura	T3	30	3	1,08	3	54,65				

$P \leq 0,05$: No hay diferencias significativas

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

Fecha de entrega: 23/ 01/2024

INFORMACIÓN DE LA AUTORA
Nombres – Apellidos: ERIKA JHOANA REINOSO MONTESDEOCA
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias Pecuarias
Carrera: Agroindustria
Título a optar: Ingeniera Agroindustrial
 ING. TATIANA ELIZABETH SÁNCHEZ HERRERA, MSC Firma de la directora del Trabajo de Integración Curricular
 BQF. SANDRA ELIZABETH LÓPEZ SAMPEDRO, MSC Firma de la Asesora del Trabajo de Integración Curricular