



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

**“ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BEBIDA
PROBIÓTICA CON LACTOSUERO Y EXTRACTO DE
REMOLACHA AZUCARERA (*Beta vulgaris*)”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR: KEVIN JOEL GALLARDO CHAMBA

DIRECTOR: Ing. TATIANA ELIZABETH SÁNCHEZ HERRERA, Mg

Riobamba – Ecuador

2023

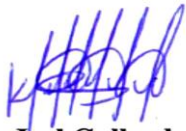
© 2023, Kevin Joel Gallardo Chamba

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, Kevin Joel Gallardo Chamba, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 20 de diciembre de 2023.



Kevin Joel Gallardo Chamba

C. I: 110515175-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROINDUSTRIA

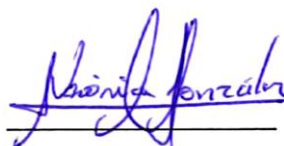
El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, “**ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BEBIDA PROBIÓTICA CON LACTOSUERO Y EXTRACTO DE REMOLACHA AZUCARERA (*Beta vulgaris*)**”, realizado por el señor: **KEVIN JOEL GALLARDO CHAMBA**, 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

Bqf. María Verónica González Cabrera, MSc.

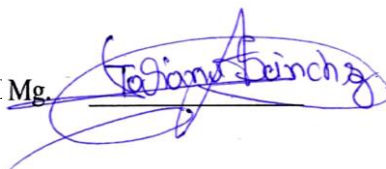
2023/12/20



PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera, Mg.

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2023/12/20

Ing. Iván Patricio Salgado Tello, MsC.

**ASESOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2023/12/20

DEDICATORIA

Mi amada madre, Esperanza María Chamba Apolo, fuente inagotable de amor y fortaleza, este trabajo de titulación le rinde homenaje. Tus enseñanzas han sido faro en mi travesía de perseverancia y sueños. A mis adorados hermanos, Miriam, Rolando, Gover, Sandra, Mariela, Vinicio, Anabel, así como a mis sobrinos, primos y amigos, testigos de mis alegrías y lágrimas, cómplices en la risa y sostén en la adversidad, les agradezco por ser mi familia, mi ancla y mi razón de ser. Este logro también es suyo, pues cada desafío superado ha sido un triunfo compartido. En memoria eterna de mi amado padre, Ángel Remigio Gallardo Azanza (+), Es un tributo a la figura que ha sido mi guía silenciosa y fuente inagotable de inspiración: Papá. Aunque físicamente no estás conmigo, siento tu presencia en cada línea escrita y en cada desafío superado. Tus lecciones de vida, tu valentía ante las adversidades y tu amor inquebrantable han moldeado mi camino académico y personal. Cada página refleja tu legado, un testimonio de la dedicación y valores que me inculcaste. En los momentos de duda, he encontrado fuerza recordando tu fortaleza, y en las alegrías, he sentido tu orgullo latir en mi corazón. Este logro que celebro hoy también es tuyo. Aunque no estés físicamente presente, tu espíritu perdura en cada logro que alcanzo. Dedico este trabajo a ti, mi amado padre, con la Certeza de que, desde algún lugar en el universo, puedas sentir el impacto de tus enseñanzas en cada palabra impresa.

Con amor eterno y gratitud sincera.

Kevin

AGRADECIMIENTO

En este momento significativo, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a quienes han dejado una huella indeleble en mi camino académico y personal. Agradezco de corazón a mi directora de titulación, Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Mg, y a mi asesor, Ing. Iván Patricio Salgado Tello MsC. Su orientación experta y apoyo inquebrantable han sido fundamentales en la culminación de mi trabajo de titulación. Cada palabra de sabiduría y consejo ha sido un faro iluminador en mi travesía hacia el éxito académico. A mis queridos amigos, familiares y todas aquellas personas a quienes estimo profundamente, les extiendo mi gratitud por ser mi constante fuente de aliento y respaldo. Cada gesto de apoyo ha fortalecido mi determinación, y cada palabra de ánimo ha sido un recordatorio invaluable de que no estoy solo en esta travesía. Quiero hacer un reconocimiento especial a la memoria de aquellos que, por circunstancias del destino, ya no están físicamente conmigo. A Dios, mi guía y fuente de fortaleza, le agradezco por orientarme en este camino. A mi familia, cuyo amor sigue siendo mi refugio. A mis amigos y seres queridos que han partido o se han distanciado, les rindo un homenaje sincero y lleno de gratitud por haber sido parte esencial de mi vida. En este logro compartido, reconozco que cada persona mencionada ha sido una pieza vital en mi rompecabezas personal y académico. A todos, les agradezco por su contribución única y valiosa.

Kevin

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|------------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | x |
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | xi |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xii |
| RESUMEN..... | xiii |
| ABSTRACT..... | xiv |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |

CAPÍTULO I

| | |
|---|----------|
| 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.1. Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.2. Justificación..... | 3 |
| 1.3. Objetivos..... | 4 |
| 1.3.1. <i>Objetivo general</i>..... | 4 |
| 1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>..... | 5 |

CAPÍTULO II

| | |
|--|-----------|
| 2. MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| 2.1. Referencias Teóricas..... | 6 |
| 2.1.1. <i>Industria láctea en Ecuador</i>..... | 6 |
| 2.1.2. <i>Residuos en las industrias lácteas del Ecuador</i>..... | 6 |
| 2.1.3. <i>Lactosuero o suero de leche</i>..... | 7 |
| 2.1.3.1. <i>Composición de lactosuero</i>..... | 7 |
| 2.1.3.2. <i>Requisitos físico-químicos de Lactosuero</i>..... | 8 |
| 2.1.3.3. <i>Requisitos microbiológicos del Lactosuero</i>..... | 9 |
| 2.1.3.4. <i>¿Porque se desperdicia el lactosuero?</i>..... | 9 |
| 2.1.4. <i>Bacterias acido lácticas (BAL)</i>..... | 9 |
| 2.1.5. <i>Probiótico</i>..... | 10 |
| 2.1.5.1. <i>Funciones</i>..... | 10 |
| 2.1.5.2. <i>Mecanismos de acción</i>..... | 11 |
| 2.1.5.3. <i>Requisitos físico-químicos del Probiótico</i>..... | 11 |
| 2.1.5.4. <i>Requisitos microbiológicos del Probiótico</i>..... | 12 |
| 2.1.6. <i>Prebiótico</i>..... | 12 |

| | | |
|----------|---|----|
| 2.1.6.1. | <i>Beneficios</i> | 12 |
| 2.1.6.2. | <i>Diferencia de un prebiótico y probiótico</i> | 13 |
| 2.1.7. | Remolacha (<i>Beta vulgaris</i>) | 13 |
| 2.1.7.1. | <i>Ciclo de crecimiento</i> | 14 |
| 2.1.7.2. | <i>Características nutricionales de la remolacha (<i>Beta vulgaris</i>)</i> | 15 |

CAPÍTULO III

| | | |
|--------|---|----|
| 3. | MARCO METODOLÓGICO | 16 |
| 3.1. | Localización y duración del experimento | 16 |
| 3.2. | Unidades experimentales | 16 |
| 3.3. | Materiales, equipos, insumos y materia prima | 16 |
| 3.3.1. | <i>Materiales</i> | 16 |
| 3.3.2. | <i>Equipos</i> | 17 |
| 3.3.3. | <i>Insumos</i> | 17 |
| 3.3.4. | <i>Materia Prima</i> | 17 |
| 3.4. | Tratamientos y diseño experimental | 18 |
| 3.4.1. | <i>Tratamientos</i> | 18 |
| 3.4.2. | <i>Diseño experimental</i> | 18 |
| 3.5. | Mediaciones experimentales | 18 |
| 3.5.1. | <i>Análisis Físicoquímicos Bebida Probiótica</i> | 18 |
| 3.5.2. | <i>Análisis microbiológicos bebida probiótica</i> | 19 |
| 3.5.3. | <i>Análisis sensorial</i> | 19 |
| 3.5.4. | <i>Análisis económico</i> | 19 |
| 3.6. | Análisis estadísticos y pruebas de significancia | 19 |
| 3.7. | Procedimiento experimental | 20 |
| 3.7.1. | <i>Descripción del proceso de elaboración de la bebida probiótica con lactosuero y extracto de remolacha azucarera (<i>Beta vulgaris</i>)</i> | 20 |
| 3.7.2. | <i>Proceso de inoculación y fermentación del suero de leche</i> | 22 |
| 3.7.3. | <i>Proceso de extracción de la remolacha para agregar al suero de leche</i> | 22 |
| 3.8. | Análisis físico-químicos de la bebida probiótica | 23 |
| 3.8.1. | <i>Determinación de pH</i> | 24 |
| 3.8.2. | <i>Determinación de Acidez Total</i> | 24 |
| 3.8.3. | <i>Determinación de sólidos solubles ($^{\circ}$Brix)</i> | 25 |
| 3.8.4. | <i>Determinación de Grasa</i> | 25 |
| 3.8.5. | <i>Determinación de Proteína</i> | 27 |
| 3.9. | Análisis Microbiológicos de la Bebida Probiótica | 28 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.9.1. | <i>Determinación de coliformes totales</i> | 29 |
| 3.9.2. | <i>Determinación Escherichia Coli</i> | 29 |
| 3.9.3. | <i>Determinación de Mohos y Levaduras</i> | 29 |
| 3.9.4. | <i>Determinación de Bacterias Ácidos Lácticas (BAL)</i> | 30 |
| 3.10. | <i>Análisis sensorial</i> | 30 |
| 3.11. | <i>Análisis económico</i> | 30 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|--------|--|----|
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 31 |
| 4.1. | Análisis fisicoquímico y microbiológicos del suero de leche | 31 |
| 4.2. | Análisis fisicoquímico de la bebida probiótica con extracto de remolacha azucarera (Beta vulgaris) | 32 |
| 4.2.1. | <i>pH</i> | 32 |
| 4.2.2. | <i>Acidez Total (%)</i> | 33 |
| 4.2.3. | <i>Sólidos solubles (°Brix)</i> | 35 |
| 4.2.4. | <i>Grasa</i> | 36 |
| 4.2.5. | <i>Proteína</i> | 37 |
| 4.3. | Análisis microbiológico de la bebida probiótica con extracto de remolacha azucarera (Beta vulgaris) | 38 |
| 4.3.1. | <i>Bacterias Ácido Lácticas (UFC/ml)</i> | 39 |
| 4.4. | Análisis sensorial | 41 |
| 4.4.1. | <i>Sabor</i> | 42 |
| 4.4.2. | <i>Olor</i> | 43 |
| 4.4.3. | <i>Color</i> | 44 |
| 4.5. | Análisis Económico | 44 |
| 4.5.1. | <i>Costos de producción</i> | 45 |
| 4.5.2. | <i>Beneficio/Costo</i> | 45 |

CAPÍTULO V

| | | |
|------|---|----|
| 5. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 47 |
| 5.1. | Conclusiones | 47 |
| 5.2. | Recomendaciones | 48 |

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-------------------|--|----|
| Tabla 2-1: | Composición del Lactosuero. | 8 |
| Tabla 2-2: | Requisitos Físico-Químico del Lactosuero. | 8 |
| Tabla 2-3: | Requisitos Microbiológico del Lactosuero..... | 9 |
| Tabla 2-4: | Requisitos físico-químicos del probiótico. | 11 |
| Tabla 2-5: | Requisitos microbiológicos del probiótico..... | 12 |
| Tabla 2-6: | Clasificación de la remolacha..... | 14 |
| Tabla 2-7: | Composición nutricional de Remolacha Micronutrientes y Macronutrientes. ... | 15 |
| Tabla 3-1: | Factores de estudio. | 18 |
| Tabla 3-2: | Esquema del experimento | 19 |
| Tabla 3-3: | Esquema del ADEVA | 20 |
| Tabla 3-4: | Formulación de la bebida probiótica a base de lactosuero y diferentes niveles de extracto de remolacha..... | 20 |
| Tabla 3-5: | Requisitos físicos y químicos para la bebida probiótica con lactosuero y extracto de remolacha..... | 23 |
| Tabla 3-6: | Requisitos microbiológicos para la bebida probiótica con lactosuero y extracto de remolacha | 28 |
| Tabla 4-1: | Análisis fisicoquímico del suero de leche. | 31 |
| Tabla 4-2: | Análisis microbiológicos del suero de leche. | 31 |
| Tabla 4-3: | Caracterización fisicoquímica de la bebida probiótica..... | 32 |
| Tabla 4-4: | Caracterización microbiológica de la bebida probiótica. | 38 |
| Tabla 4-5: | Caracterización microbiológica de la bebida probiótica. | 39 |
| Tabla 4-6: | Resultados de valoración sensorial de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha..... | 41 |
| Tabla 4-7: | Análisis económico de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de extracto de remolacha. | 46 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | | |
|-------------------------|--|----|
| Ilustración 2-1: | Lactosuero. | 7 |
| Ilustración 2-2: | Remolacha (<i>Beta vulgaris</i>). | 13 |
| Ilustración 2-3: | Crecimiento y desarrollo de la planta de remolacha. | 14 |
| Ilustración 3-1: | Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida probiótica. | 21 |
| Ilustración 4-1: | pH de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha. | 32 |
| Ilustración 4-2: | Contenido de acidez total de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha | 33 |
| Ilustración 4-3: | Contenido de sólidos solubles (°Brix) de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha. | 35 |
| Ilustración 4-4: | Contenido de grasa de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha | 36 |
| Ilustración 4-5: | Contenido de proteína de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha | 37 |
| Ilustración 4-6: | Contenido de bacterias ácidos lácticas de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha. | 40 |
| Ilustración 4-7: | Análisis sensorial del sabor bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha. | 42 |
| Ilustración 4-8: | Análisis sensorial del olor bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha | 43 |
| Ilustración 4-9: | Análisis sensorial del color bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha | 44 |

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DE SUERO DE LECHE
- ANEXO B:** RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE SUERO DE LECHE
- ANEXO C:** RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DE LA BEBIDA PROBIÓTICA
- ANEXO D:** RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LA BEBIDA PROBIÓTICA
- ANEXO E:** RESULTADOS DEL RECUENTO DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS
- ANEXO F:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE pH
- ANEXO G:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE ACIDEZ TOTAL
- ANEXO H:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX)
- ANEXO I:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE GRASA
- ANEXO J:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE PROTEÍNA
- ANEXO K:** ANÁLISIS DE VARIANZA DE BACTERIAS ÁCIDOS LÁCTICAS
- ANEXO L:** ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE pH
- ANEXO M:** ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE ACIDEZ TOTAL
- ANEXO N:** ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX)
- ANEXO O:** ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE GRASA
- ANEXO P:** ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE PROTEÍNA
- ANEXO Q:** ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE BACTERIAS ÁCIDOS LÁCTICAS
- ANEXO R:** ENCUESTA DE ACEPTACIÓN DE LA BEBIDA PROBIÓTICA
- ANEXO S:** RESULTADOS DEL ANALISIS SENSORIAL
- ANEXO T:** PRUEBA KRUSKAL WALLIS DEL ATRIBUTO OLOR
- ANEXO U:** PRUEBA KRUSKAL WALLIS DEL ATRIBUTO SABOR
- ANEXO V:** PRUEBA KRUSKAL WALLIS DEL ATRIBUTO COLOR
- ANEXO W:** TOMA DE MUESTRA Y FERMENTACIÓN DEL LACTOSUERO
- ANEXO X:** REPARACIÓN DE LA BEBIDA PROBIÓTICA Y ROTULADO DE LAS MUESTRAS
- ANEXO Y:** PREPARACIÓN DE LAS DILUCIONES Y SEMBRADO EN PLACA DE LAS MUESTRAS
- ANEXO Z:** ENCUESTA DE ACEPTACIÓN DE LA BEBIDA PROBIÓTICA

RESUMEN

El objetivo de esta investigación se enfoca en la producción de una bebida probiótica innovadora y saludable, formulada a partir de lactosuero y remolacha *Beta vulgaris*. El lactosuero es un subproducto de la industria quesera, se utiliza como base para la bebida, de igual manera la remolacha *Beta vulgaris* se incorpora no solo por su aporte en color y sabor, sino también por su contenido de antioxidantes, lo que enriquece el perfil nutricional del producto final. El proceso de fermentación se emplea para introducir probióticos en la bebida, mejorando así sus propiedades nutritivas y digestivas. Este desarrollo se llevó a cabo en los laboratorios de Ciencias Biológicas y Microbiología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. El proyecto implicó pruebas y ajustes para lograr un equilibrio óptimo de sabor y calidad, experimentando con niveles de 2.5%, 5% y 7.5% de extracto de remolacha. Los resultados obtenidos indicaron que los niveles de 2.5% y 5% de extracto tuvieron mayor aceptación, según el análisis sensorial realizado. En última instancia, esta investigación responde a la creciente demanda de opciones de consumo consciente y saludable, ofreciendo una bebida única que combina la funcionalidad probiótica con ingredientes naturales y nutritivos. Este trabajo representa un avance significativo en el campo de las bebidas probióticas y abre nuevas oportunidades para el desarrollo de productos alimenticios saludables y sostenibles.

Palabras clave: <REMOLACHA (*Beta vulgaris*)>, <BEBIDA PROBIÓTICA>, <LACTOSUERO>, <FERMENTACIÓN>, <ANÁLISIS SENSORIAL>.



0249-DBRA-UPT-2024

ABSTRACT

The aim of this research focuses on the production of an innovative and healthy probiotic beverage formulated from whey and *Beta vulgaris* beetroot. Whey, a subproduct of the cheese industry, serves as the base for the probiotic beverage combined with *Beta vulgaris* beetroot not only for its contributions to color and flavor but also for its antioxidant content, enriching the nutritional profile of the final product. Fermentation is employed to introduce probiotics into the beverage, thereby enhancing its nutritional and digestive properties. This research was conducted in the Biological Sciences and Microbiology laboratories of the Faculty of Animal Sciences at the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. This research process included trials and adjustments to achieve an optimal balance of taste and quality, experimenting with levels of 2.5%, 5%, and 7.5% beetroot extract. The findings of the sensory analysis reported that extract levels of 2.5% and 5% beetroot extract revealed a higher acceptance level. Ultimately, this research responds to the growing demand for conscious and healthy consumption options, offering a unique beverage that combines probiotic functionality with natural and nutritious ingredients. This work represents a significant advancement in the probiotic beverages fields and opens new opportunities for the healthy and sustainable development of food products.

Keywords: <PROBIOTIC BEVERAGE>, <BEETROOT (*Beta vulgaris*)>, <WHEY>, <FERMENTATION>, <SENSORY ANALYSIS>.



Lic. Mónica Logroño B. Mgs.

CI. 0602749533

INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria está en constante búsqueda de innovaciones para ofrecer productos más saludables y nutritivos a los consumidores, es por eso que la industria láctea es una de las más importantes en el sector alimentario encargada de la producción, procesamiento y comercialización de productos derivados de la leche. Dentro de esta industria, la elaboración de bebidas probióticas es una tendencia creciente debido a los beneficios que estos productos ofrecen para la salud (Argueta, 2020, p. 12).

Según (Estrada, 2005, p. 43) las bebidas probióticas son una alternativa cada vez más popular como opción saludable su origen se remonta a siglos atrás, pero en la actualidad están ganando terreno gracias a los beneficios que aportan a nuestro sistema digestivo, resultando en una opción más atractiva para aquellos que buscan una alimentación saludable. Estas bebidas se elaboran mediante un proceso de fermentación que permite la proliferación de microorganismos beneficiosos para nuestro cuerpo. Además, ofrecen una gran variedad de combinaciones en cuanto a sabores y propiedades enriquecedoras, las bebidas probióticas son aquellas que contienen microorganismos vivos beneficiosos para la salud, estos microorganismos, como las bacterias ácido-lácticas, pueden mejorar la digestión, el sistema inmunológico y el equilibrio de la flora intestinal.

La remolacha es una hortaliza, un vegetal dulce y llena de energía, cultivada casi en todo el mundo, el cual al consumirla ayuda a controlar la tensión y proteger al corazón, además, es una excelente fuente de ácido fólico, así como la vitamina C y el potasio, referentemente unos 100 g cubren una tercera parte de las necesidades diarias de ácido fólico en un adulto, por consiguiente, contiene una cantidad apreciable de fósforo y es escasa en la aportación de calorías, cuando se toma la remolacha en jugo aporta todos los nutrientes, especialmente el hierro (Casierra Posada, y otros, 2011 p. 6081).

En la actualidad, existen tres tipos de remolacha, los cuales son: remolacha común, azucarera y forrajera; la primera es aquella que se consume como una hortaliza, la segunda es de color blanquecino y se lo cultiva para la obtención de azúcar y la tercera se lo utiliza para alimentar a los animales, por otro lado, la remolacha es una fuente rica de compuestos bioactivos como los betaleínas, que se han demostrado tener propiedades antioxidantes, antiinflamatorios y antimicrobianas, además, el lactosuero es un subproducto de la producción de queso, el cual es una excelente fuente de proteínas y otros nutrientes que pueden ser aprovechados en la elaboración de variedades de bebidas para el consumo de las personas (Gisbert Marti, 2015, p. 2).

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

Las alteraciones al microbiota intestinal podrían generar enfermedades como asma y obesidad, asociado a la disbiosis una serie de trastornos gastrointestinales que incluyen el hígado graso no alcohólico, enfermedad celiaca y síndrome de intestino irritable (Icaza, 2013, pp. 240-248). Por lo que, el consumo de bebidas probióticas es una alternativa para ayudar a la absorción de nutrientes en cada comida y brindar una mejora en la salud. (...) “Se ha demostrado que su consumo ayuda a disminuir la presión arterial, gracias a sus componentes como los nitratos naturales que se convierten en óxido nítrico, ayudando a relajar y dilatar los vasos sanguíneos mejorando así su flujo” (Sanchez, 2018, p. 1).

La remolacha (*Beta vulgaris*), por su alta composición de azúcares, rico en vitamina C y flavonoides, antioxidantes anticancerígenos con beneficio para la salud, una alimentación equilibrada ayuda a la prevención de cáncer, como también un protector frente a enfermedades cardiovasculares (Gómez et al., 2018: pp. 43-47). Aprovechar esta materia prima como colorante y endulzante natural con la idea de innovar una variedad de bebidas lácteas aportando grandes beneficios para la salud.

En el Ecuador hay bajo conocimiento de los valores que aporta esta bebida, a su vez la baja producción de remolacha ha provocado un bajo aprovechamiento al mismo, restando así importancia a su cultivo y consumo, pese a que brinda múltiples beneficios en la salud del ser humano. En la actualidad existen variedades de remolacha, entre las cuales son: remolacha azucarera (*Beta vulgaris*) utilizada para la producción y obtención de azúcar y por último la remolacha forrajera (*Beta vulgaris rapa*) empleada como alimento para ganado (Tenorio, 2021: p. 18).

(...) “Los cultivos que mayor parte se conocen de esta hortaliza está en la Sierra, entre las cuales se describen las provincias de: Azuay, Chimborazo, Imbabura, Pichincha, Tungurahua entre otras” (Espinoza et al., 2019: p. 1). “Esta hortaliza contiene numerosas cualidades energéticas por lo cual es sumamente aconsejable ingerir para tratamientos como la anemia, convalecencia y enfermedades de la sangre, a su vez previene el cáncer y produce defensas en el organismo” (Espinoza et al., 2019: p. 2).

Por otra parte, la industria láctea conforme crece, las exigencias en reglamentos ecológicos aumentan, la mayor parte de las empresas vierten su lactosuero residual directamente al drenaje, provocando una contaminación a los recursos hídricos, dañando ecosistemas como la flora y fauna, y solo un pequeño porcentaje es vendido y utilizado como alimento vacuno (Ortiz et al., 2018: pp. 39-50).

Una bebida probiótica como solución tanto comercial y ecológica al producto final obtenido del lactosuero podría tener un alto valor económico, y a su vez un gran aporte a la reducción de la contaminación en la industria láctea, siendo el lactosuero uno de los principales residuos, mismo que su desconocimiento no ha sido aprovechado para elaboración de nuevos productos, ya que este contiene una gran cantidad de nutrientes generalmente proteínas, que ayudan a levantar la masa muscular, disminuir la fatiga y mantener en óptimas condiciones el sistema inmunológico, a su vez no contiene grasa siendo una alternativa para complementar una dieta alimentaria (Palacios, 2017: p. 2).

Ante lo mencionado, la necesidad de potenciar el aprovechamiento de la remolacha (*Beta vulgaris*) juntamente con la combinación de lactosuero se propone como solución en la búsqueda de crear una alternativa que proporcione interés y sea accesible para las personas que buscan una alternativa saludable para la alimentación que en la actualidad es un problema que se debe erradicar a nivel local y mundial.

1.2. Justificación

En los últimos años la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*) ha sido objeto de estudios de gran interés, con enfoque a las betaleínas, pigmentos responsables de la coloración, son antioxidantes que han ganado interés como aditivo e ingrediente en la industria alimentaria (Correia et al, 2013: p. 5). (...) “se considera como una fuente rica en calcio, fósforo, hierro, magnesio y sodio, consumidas cocidas como crudas. Con cualidades medicinales con grandes beneficios para la salud” (Jain et al., 2017: pp. 4209-4216), en la realidad, pocas son las personas quienes la incluyen en su dieta normal.

Las bebidas probióticas en el mercado existen desde hace algún tiempo, pero su acogida en el mercado ha empezado a tener mayor crecimiento en el momento en que las personas han conocido los beneficios que les aporta para llevar una vida más saludable, generando así una gran tendencia en estas bebidas saludables que entre sus beneficios es reforzar el sistema inmunológico y ayudar a una buena digestión (Bebidas probióticas: Qué son y por qué recomiendan consumir fermentados, 2019: p. 2).

El suero de leche siendo un subproducto resultante de la elaboración del queso, rico en proteínas con alto valor biológico como la α -lacto-albúmina y la β -lacto-globulina; a su vez una gran fuente de vitaminas del complejo B, minerales como calcio y fósforo. Se destaca el bajo contenido de grasa y la presencia de la lactosa como fuente de hidratos de carbono y disacáridos (Miranda et al., 2009: pp. 21-25).

Su contenido de lactosa hace posible el crecimiento de bacterias ácido – lácticas generando una actividad probiótica, las mismas que juegan un papel protector frente al cáncer de colon, mejorando y estimulando la respuesta inmune, disminuyendo así el riesgo de atopias y otros fenómenos alérgicos (Huertas, 2010: pp. 93-105).

Es por eso, que la elaboración una bebida probiótica con lactosuero y extracto de remolacha azucarera tiene una justificación importante para aprovechar los valores nutritivos. La elaboración de una bebida probiótica con lactosuero y extracto de remolacha azucarera permite ofrecer un producto saludable y nutritivo a los consumidores. De igual manera su caracterización de la bebida probiótica permitirá conocer sus características físicas, químicas y microbiológicas, así como evaluar su calidad y aceptabilidad por parte de los consumidores.

El presente trabajo se basa en la necesidad de ofrecer alternativas saludables e innovadoras en la industria láctea, aprovechando los beneficios de los productos probióticos y los subproductos generados durante la elaboración de quesos. Además, la elaboración de una bebida probiótica con lactosuero y extracto de remolacha azucarera puede contribuir a la reducción del impacto ambiental de la industria láctea, al aprovechar un subproducto que suele ser desechado o utilizado como alimento para animales.

Actualmente en el país son escasas las empresas que se inclinan a la producción de bebidas probióticas que brinden un aporte a la alimentación humana, por lo cual se desea introducir una bebida novedosa y sustentable, brindando un aporte saludable a sus consumidores aprovechando al máximo los beneficios de la remolacha (*Beta vulgaris*).

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Elaborar y caracterizar una bebida probiótica a base de lactosuero utilizando diferentes concentraciones de extracto de remolacha azucarera (*Beta vulgaris*).

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida probiótica elaborada con diferentes concentraciones del (2,5%, 5% y 7,5%) de extracto de remolacha azucarera.
- Realizar un recuento de bacterias ácido-lácticas en la bebida probiótica con lactosuero y extracto de remolacha azucarera.
- Calcular el costo de producción de la bebida y su rentabilidad.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Referencias teóricas

2.1.1. Industria láctea en Ecuador

En Ecuador la industria láctea representa el 4% del Producto Interno Bruto Agroalimentario del país, teniendo como efecto un gran impacto económico y un alto potencial de exportación, de acuerdo al SRI en el año 2021, el sector lácteo tuvo un crecimiento de 10.92% en comparación con el mismo mes del año 2020 (Ionita, 2022: p. 8).

Además, el consumo de leche es de 110 litros por habitantes cada año, por ende, representa todavía una pequeña cantidad comparada a la cantidad que se recomienda, el cual es de 180 litros por habitante al año, de acuerdo al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el sector lácteo del país genera aproximadamente 1400 millones de dólares al año, debido a la producción e industrialización de leche, por ello, el costo oficial del litro de leche al productor es de \$0,42 (p. 9).

El Ecuador posee alrededor de 300 mil unidades Productivas Agropecuarias, el cual el sector lácteo es indispensable y estratégico para el país, por ende, esto implica que alrededor de 1 200 000 personas viven de la cadena productiva de la leche, este grupo de ecuatorianos ha encontrado en la leche el sueldo de campo, por lo que es de gran importancia para sus hogares (Lacteos Latam, 2022: p. 1).

2.1.2. Residuos en las industrias lácteas del Ecuador

El principal problema que enfrenta las industrias es la contaminación ambiental y la industria que posee un gran impacto ambiental es la industria láctea, este tipo de industria contamina el suelo, la atmosfera y el agua, por ende, su principal contaminante en la industria láctea es el suero de la leche, el cual está compuesta principalmente de agua y en menor proporción de sólidos, lactosa, proteínas, sales minerales, nitrógeno y grasas (Ruiz et al., 2022: p. 6).

De acuerdo a (Guerra y Martinez, 2020: pp. 211-230), la producción y el consumo global de lácteos han impulsado un importante crecimiento económico, pero también han generado una gran cantidad de residuos, lo que representan un gran problema a nivel mundial, ante esta situación, una de las

alternativas en el sector, es el uso del lactosuero como una manera de poder reducir la contaminación ambiental, la gran mayoría de los residuos sólidos generados en el proceso productivo son reciclados en otros sectores industriales, mientras que los lodos que son producidos en las plantas de tratamiento se disponen en vertederos o se reutilizan como fertilizantes.

2.1.3. Lactosuero o suero de leche

El lactosuero es un subproducto en la industria láctea definido como una sustancia líquida, obtenida por separación del coágulo de la leche en la elaboración del queso, es decir, microorganismos vivos que aportan un beneficio a la salud del consumidor proporcionándolos un balance a la microflora del intestino, a pesar de su importancia, el lactosuero a menudo se considera de bajo valor comercial para los productores. Aunque algunos ganaderos pueden usar una pequeña cantidad del lactosuero en la alimentación del ganado, la mayor parte se descarta en sistemas de alcantarillado municipal o se arroja al medio ambiente. La eliminación inadecuada del lactosuero puede tener graves consecuencias ambientales, especialmente en cuerpos de agua y en terrenos de cultivo que dependen del riego (Cortez et al., 2022: pp. 103-106).



Ilustración 2-1: Lactosuero.

Fuente: (Palacios, 2017: p. 1)

2.1.3.1. Composición de lactosuero

Existen varios tipos de lactosuero, todo depende principalmente de la eliminación de la caseína, por ende, se tiene el dulce y ácido, el primero se encuentra basado en la coagulación por la renina a pH 6.5 y el segundo resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para que pueda coagular la caseína como en la elaboración de quesos frescos, a continuación se presentara en la Tabla 1, la composición del lactosuero dulce y ácido (Huertas, 2009a: pp. 4967-4982).

Tabla 2-1: Composición del Lactosuero

| Componente | Lactosuero Dulce | Lactosuero Acido |
|-----------------|------------------|------------------|
| Solidos Totales | 63,0 – 70,0 | 63,0 – 70,0 |
| Lactosa | 46,0 – 52,0 | 44,0 – 46,0 |
| Proteína | 6,0 – 10,0 | 6,0 – 8,0 |
| Calcio | 0,4 – 0,6 | 1,2 – 1,6 |
| Fosfatos | 1,0 – 3,0 | 2,0 - 4,5 |
| Lactato | 2,0 | 6,4 |
| Cloruros | 1,1 | 1,1 |

Fuente: (Huertas, 2009b: pp. 4967-4982)

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

No aprovechar el lactosuero como fuente de nutrientes es una práctica que conlleva una importante pérdida de sustancias valiosas, por ende, el lactosuero de la leche contiene más del 25% de las proteínas de alta calidad, cerca del 8% de materia grasa y casi el 95% de la lactosa. Por cada 1000 litros de lactosuero, se pueden obtener más de 9 kg de proteínas con un alto valor biológico, 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche. Esta cantidad de nutrientes es suficiente para cubrir las necesidades diarias de proteínas de alrededor de 130 personas, por lo tanto, desestimar el uso del lactosuero es una oportunidad perdida para obtener una fuente de nutrientes valiosos (Manzano y Hernandez, 2020: pp. 133-144).

2.1.3.2. Requisitos físico-químicos de Lactosuero

Los análisis físicos y químicos del lactosuero son importantes para determinar su calidad y utilidad en diversos procesos industriales. Por ejemplo, el pH del lactosuero es un parámetro fundamental para controlar la acidez y la actividad microbiana, lo que puede afectar la vida útil y la seguridad del producto final.

De acuerdo a la norma (NTE INEN 2594, 2011a: p. 2) en la que establece los requisitos físico-químico del suero de leche líquido, en la que se aplica para uso en la industria alimenticia y otras como: higiene, cosméticos, farmacéutica, no se permite el uso, del suero de leche, en los productos lácteos en los que la norma pertinente lo considere como adulterante; por ello a continuación en la Tabla 2, se pone a consideración sobre los parámetros que debe de cumplir el lactosuero.

Tabla 2-2: Requisitos Físico-Químico del Lactosuero.

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

⁽¹⁾ El contenido de proteína láctea es igual a 6,38 por el % nitrógeno total determinad

Fuente: (NTE INEN 2594, 2011b: p. 2)

2.1.3.3. Requisitos microbiológicos del Lactosuero

La evaluación microbiológica del lactosuero se realiza para determinar la presencia y el número de microorganismos en el producto, lo que puede indicar si el producto es seguro y apto para su uso en aplicaciones específicas. Además, los análisis microbiológicos pueden ayudar a identificar la presencia de microorganismos específicos que pueden ser problemáticos en determinadas aplicaciones, como la elaboración de alimentos.

En la norma (NTE INEN 2594, 2011c: p. 2) establece los parámetros que deberá de cumplir el suero de leche líquido, a continuación, en la Tabla 3 se especificará cada ítem.

Tabla 2-3: Requisitos Microbiológico del Lactosuero.

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

Fuente: (NTE INEN 2594, 2011:pa p. 2)

2.1.3.4. ¿Porque se desperdicia el lactosuero?

De acuerdo a una investigación se ha revelado que los pequeños productores desechan alrededor de 60 mil litros de suero en la semana, por ende, la Doctora Cruz Villa ha calificado este desperdicio como un dinero tirado a la basura, debido a que posee un impacto negativo al medio ambiente y a la economía, el lactosuero es un subproducto que es altamente nutritivo pero lamentablemente es desechado provocando afectaciones al medio ambiente, debido a que cuando se tira el suero, esto es como un agua de desecho, a los drenajes y llega a los mantos acuíferos, esto contiene una composición alta en lactosa y cuando se llega al ambiente, este cambia las condiciones de bacterias ahí presentes y hace un ciclo de contaminación que a la larga puede afectar lentamente, provocando varios daños (Palacios, 2017b: p. 1).

2.1.4. Bacterias ácido lácticas (BAL)

El lactosuero es utilizado comúnmente en polvo o líquido sobre las bebidas lácteas, su fermentación de lactosuero por BAL podrá disminuir el contenido alto de lactosa, produciendo un ácido láctico y otros metabolitos como es el aroma que va contribuyendo al sabor, olor y textura e incrementando solubilidad de carbohidratos y dulzor del producto final (Saca, 2019: p. 42).

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son microorganismos que poseen varias aplicaciones, siendo una de ellas la fermentación de alimentos como la leche, carne y vegetales para obtener productos como son el yogurt, los quesos, encurtidos, embutidos, ensilados, etc, así mismo, las BAL son de gran utilidad en la producción de vinos y cerveza (Ramirez et al., 2011a: pp. 115-135).

Además, las BAL ayudan a mejorar las características sensoriales como el sabor, olor, textura y aumentan su calidad nutritiva, también, los probióticos son cultivos puros o una mezcla de cultivos de microorganismos vivos, que al ser consumidos por el hombre y los animales en cantidades adecuadas mejoran la salud (Ramirez et al., 2011b: pp. 115-135).

2.1.5. Probiótico

“La OMS ha definido probióticos a los microorganismos vivos que cuando son administrados en una cantidad adecuada ejercen un efecto beneficioso sobre la salud del huésped” especificado en la (Guía Práctica de la Organización Mundial de Gastroenterología, 2011: p. 3). Sin embargo, el concepto de prebióticos se ha actualizado recientemente para referirse a aquellos sustratos que son utilizados selectivamente por los microorganismos del huésped y confieren un beneficio para la salud.

Son productos que contienen una gran cantidad adecuada de microorganismos vivos con grandes beneficios para mejorar la salud, es considerado un probiótico al cumplir ciertas características, como ser un habitante normal del intestino humano, no ser perjudicial para la salud, ser capaz de sobrevivir a ambientes ácidos y biliares, adherirse a células epiteliales, la capacidad de adaptarse a la microbiota intestinal sin desplazar la existente, la producción de sustancias antimicrobianas y mejorar las funciones inmunológicas y metabólicas (Camacho, 2009: p. 40).

2.1.5.1. Funciones

Los probióticos poseen algunas funciones como son:

- Proteger el aparato digestivo de los microorganismos nocivos
- Mejorar la digestión y la función intestinal
- Mejoran la población de bacterias beneficiosas intestinales que se encuentran en el intestino promoviendo su desarrollo.
- Ayudan a mejorar el metabolismo de nutrientes
- Refuerza el sistema inmunitario
- Reduce el riesgo de desarrollar patologías neurodegenerativas (Garrote y Bonet, 2017: pp. 13-16).

2.1.5.2. Mecanismos de acción

Los mecanismos de acción son de tres tipos:

- Mejora de la barrera intestinal defensiva.
- Modulación inmunológica.
- Mejora de la eficiencia metabólica.

El propósito del uso es aportar resultados beneficiosos para la salud, siendo prácticamente el mismo beneficio que aporta el microbiota comensal (World Gastroenterology Organization (WGO), 2020: p. 13).

Los beneficios asociados a los probióticos se dividen en tres categorías según (Mariño et al., 2016: pp. 11-12):

Reversión de síntomas de mala digestión. - Relacionado a la intolerancia a la lactosa, donde la acción de los gecilos es la degradación e impedimento que lleguen sin digerir al intestino grueso y ocasione flatulencia, distensión abdominal, entre otros síntomas.

Reposición del microbiota después que el microbiota residente haya sido eliminada. - Casos relacionados como la reversión de la diarrea causada por tratamiento con antibióticos y de las diarreas infantiles producidas por rotavirus.

Prevención de la mastitis durante la lactancia. - Se relaciona a la secreción de la leche aumentando la humedad de los conductos galactóforos creando condiciones apropiadas para el establecimiento de organismos patógenos en ellos.

2.1.5.3. Requisitos físico-químicos del Probiótico

De acuerdo a la norma (NTE INEN 2594, 2011d: p. 6) trata sobre los requisitos físico-químicos de los probióticos, por ende, a continuación, se muestra la Tabla 4, en la que se establecen los parámetros que deben de cumplir cada una de los requisitos:

Tabla 2-4: Requisitos físico-químicos del probiótico.

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

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

Fuente: (NTE INEN 2594, 2011e: p. 6)

2.1.5.4. Requisitos microbiológicos del Probiótico

Tabla 2-5: Requisitos microbiológicos del probiótico.

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

Fuente: (NTE INEN 2395, 2011: p. 8)

2.1.6. Prebiótico

Los prebióticos es un componente alimentario que actúa como un nutriente para el microbiota humano, estos son utilizados con la intención de mejorar el equilibrio de estos microorganismos que pueblan el intestino de manera que modulan la composición y la actividad del microbiota, esto favorece la multiplicación de las bacterias beneficiosas más que de las perjudiciales (Zeratsky, 2022: p. 1).

Están conformados por azúcares simples de cadena corta (3 a 10 unidades de azúcar), de las cuales dos unidades por lo general son fructosa, dividiéndose en tres categorías según el número de unidades fructosa que contengan. Estos enlaces de azúcares no pueden ser hidrolizados por las enzimas del intestino delgado, por lo cual estas no son absorbidas pasando al intestino grueso, en el que pueden estimular selectivamente el crecimiento de bacterias beneficiosas tales como, bifidobacterias y lactobacillus, dando lugar a la reducción de bacterias patógenas como Salmonella y Clostridium (Creus, 2004a: pp. 90-98).

2.1.6.1. Beneficios

- Existe un menor riesgo de enfermedades cardiovasculares.
- Los niveles de colesterol son más saludables.
- Favorecen la absorción de minerales, calcio, hierro, magnesio y zinc.
- Mejora la salud del intestino.
- Actúa en la prevención de una diarrea o un estreñimiento, dado que aumenta el tamaño de las heces y acortan la duración del tránsito intestinal.
- Existe un mejor equilibrio hormonal.
- Menor riesgo de obesidad y aumento de peso (Sanchez, 2021: p. 8).

2.1.6.2. Diferencia de un prebiótico y probiótico

Los probióticos son microorganismos vivos que al ser administrados en cantidades adecuadas confieren un beneficio a la salud de las personas, en cambio los prebióticos son sustratos no digeribles que estimulan el crecimiento o la actividad de los microorganismos autóctonos, resultando un beneficio para la salud (Creus, 2004b: pp. 90-98).

Además, los prebióticos son alimentos que promueven el crecimiento de bacterias intestinales beneficiosas, en cambio los probióticos son microorganismos vivos que pueden beneficiar la salud de quien los consuma, porque van a mejorar las defensas hasta una mejor memoria.

Tanto los prebióticos como los probióticos son beneficiosos para la salud humana debido a que las bacterias intestinales juegan un papel importante en muchos aspectos del cuerpo y no solo del colon, por ende, no es posible vivir sin el microbiota (Mañosa, 2018: p. 1).

2.1.7. Remolacha (*Beta vulgaris*)

La remolacha es una planta que pertenece a la familia de las quenopodiáceas, su nombre es *Beta vulgaris*, es originaria de Europa, el consumo de esta hortaliza puede ser en fresco, cocido, ensaladas o también se puede realizar conservas, esta planta es bianual el cual durante el primer año desarrolla la razón y el segundo florece, su ciclo de cultivo alcanza los 210 – 215 días, aunque existen variedades que se recolectan ya a los 90 – 100 días (García et al., 2020a: pp. 547-568).

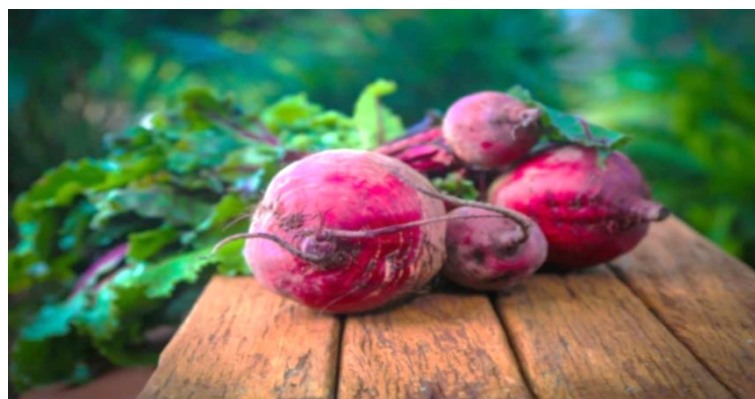


Ilustración 2-2: Remolacha (*Beta vulgaris*).

Fuente: (Sarango, 2020: p. 3)

Existen tres tipos de remolacha, como son la remolacha común que sirve como alimento para ensaladas, jugos, etc; así mismo se tiene la remolacha azucarera el cual es la segunda fuente de azúcar a nivel mundial, este producto se localiza en países del hemisferio norte, su cultivo tiene como uso principal la producción de azúcar y debido a la creciente demanda por combustibles

limpios y finalmente se tiene la remolacha forrajera que es cultivada para los animales (García et al., 2020b: pp. 547-568).

2.1.7.1. Ciclo de crecimiento

Se describe que el crecimiento de este cultivo es bianual, en el cual durante el primer año se enfoca en el desarrollo vegetativo, generando producción en la parte aérea (hojas), raíz y acumulación de sacarosa, durante el segundo año, el enfoque es en el desarrollo del aparato reproductor (floración o espigado), pasados 4 a 5 meses, se evidencia una disminución en la producción foliar y la producción total de biomasa se detiene, principalmente debido al aumento de la senescencia. Por otro lado, la producción de la raíz se incrementa de manera prácticamente lineal (Almeida, 2010: p. 35). En la siguiente figura se observa las etapas en su desarrollo.

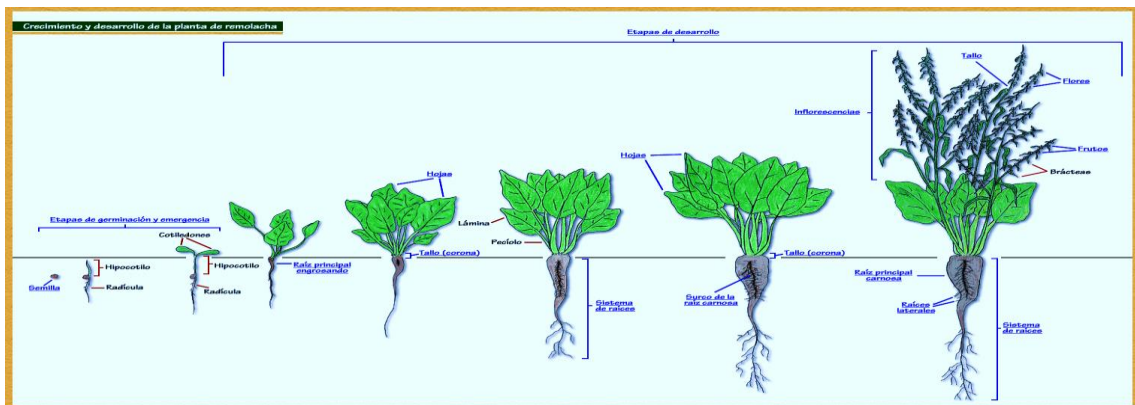


Ilustración 2-3: Crecimiento y desarrollo de la planta de remolacha.

Fuente: (Masats, 2022: p. 2)

La remolacha es una planta que pertenece a la familia chenopodiaceae cuyo nombre *Beta vulgaris*, su consumo puede ser en fresco, cocido o bien en conserva. Su ciclo de cultivo alcanza los 210 – 215 días, aunque dependiendo de sus variedades se recolectan entre 90 – 100 días (Almeida, 2010: p. 35).

Tabla 2-6: Clasificación de la remolacha.

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| Reino | Vegetal |
| División | <i>Spermatophyta</i> |
| Subdivisión | <i>Angiospermae</i> |
| Clase | <i>Dicotyledoneae</i> |
| Subclase | <i>Arquiclamídea</i> |
| Orden | <i>Centrospermae</i> |
| Familia | <i>Chenopodiaceae</i> |
| Genero | <i>Beta</i> |
| Especie | <i>vulgaris</i> |
| Nombre Científico | <i>Beta vulgaris</i> |
| Nombre Común | Remolacha |

Fuente: (Almeida, 2010: p. 36)

2.1.7.2. Características nutricionales de la remolacha (*Beta vulgaris*)

La remolacha contiene un nutriente llamado Betaína, el cual proporciona un poder antiinflamatorio que protege a los órganos internos, mejorando así los factores de riesgo vascular y previene diferentes enfermedades crónicas, este tipo de hortaliza contiene pigmentos llamados Betalín que apoya al proceso de desintoxicación, además estos nutrientes y antioxidantes, son capaces de combatir la acción de los radicales libres y esenciales.

Tabla 2-7: Composición nutricional de la Remolacha Micronutrientes y Macronutrientes.

| MICRONUTRIENTES | | |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|
| Componentes (g) | Remolacha fresca | Remolacha en conserva |
| Ca | 23 | 19 |
| Fe | 0.8 | 0.5 |
| Mg | 15 | 13 |
| Zn | 0.4 | 0.3 |
| Na | 84 | 120 |
| K | 300 | 190 |
| P | 31 | 17 |
| Ácido fólico | 90 | 2 |
| MACRONUTRIENTES | | |
| Componentes (g) | Remolacha fresca | Remolacha en conserva |
| Porción comestible (g/100g) | 82 | 100 |
| Agua | 89.2 | 90.5 |
| Energía (Kcal) | 31 | 29 |
| Proteína | 1.3 | 1.2 |
| Lípidos | 0.2 | 0.2 |
| Hidratos de carbono | 6.4 | 5.6 |
| Almidón | 0.3 | 0.3 |
| Azucares | 6.4 | 5.3 |
| Fibra | 3.1 | 2.5 |

Fuente: (Moreiras et al., 2007: pp. 88-90)

En la tabla 2-7, de micro y macronutrientes se observa la cantidad de minerales y ácido fólico que la remolacha posee en una cantidad referencial de 90 microgramos. El consumo de remolacha en nuestro país es habitual, lo que no registra un proceso industrial innovador motivando a su industrialización y consumo.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo en el laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de y en el laboratorio de Microbiología, Laboratorio de Bromatología, Facultad de Ciencias Pecuarias perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Av. Panamericana Sur km 1 ½, en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador.

3.2. Unidades experimentales

Para la elaboración de esta bebida se determinaron 15 unidades experimentales de 250 ml cada bebida con lo que se obtendrá un total de 3750 ml provenientes de los 3 tratamientos con 5 repeticiones cada uno.

3.3. Materiales, equipos, insumos y materia prima

3.3.1. *Materiales*

- ❖ Mandil
- ❖ Guantes
- ❖ Mascarilla
- ❖ Cofia
- ❖ Probeta
- ❖ Matraces
- ❖ Bureta
- ❖ Espátula
- ❖ Soporte universal
- ❖ Pinzas
- ❖ Cajas Petri
- ❖ Pipetas
- ❖ Pipetas Pasteur
- ❖ Micropipetas
- ❖ Gradillas

- ❖ Tubos de ensayo
- ❖ Jarras plásticas
- ❖ Botellas de plástico con tapas
- ❖ Tela para colar
- ❖ Toallas de cocina
- ❖ Papel aluminio
- ❖ Fundas ziploc
- ❖ Marcador

3.3.2. Equipos

- ❖ Balanza analítica
- ❖ Refrigeradora
- ❖ Licuadora
- ❖ Agitador magnético
- ❖ Cuenta colonias
- ❖ Reverbero eléctrico
- ❖ Incubadora
- ❖ Cámara de flujo laminar
- ❖ Autoclave
- ❖ Aparato de digestión
- ❖ Equipo de destilación
- ❖ Refractómetro digital

3.3.3. Insumos

- ❖ Ácido bórico
- ❖ Reactivo mixto
- ❖ Ácido sulfúrico
- ❖ NaOH
- ❖ HCl 0.1N
- ❖ Zn gradillas
- ❖ Agares (PCA, EMV, EMB, PDA, Agar PACCAN)

3.3.4. Materia Prima

- ❖ Lactosuero

- ❖ Remolacha Azucarera
- ❖ *Lactobacillus Casei*

3.4. Tratamientos y diseño experimental

3.4.1. *Tratamientos*

Para la elaboración de esta bebida se determinaron 15 unidades experimentales de 250 ml cada bebida con lo que se obtendrá un total de 3750 ml provenientes de los 3 tratamientos del (2,5 %, 5% y 7%) del extracto de remolacha con 5 repeticiones cada uno.

3.4.2. *Diseño experimental*

En la presente investigación se probará distintos niveles de extracto de remolacha para la elaboración de la bebida probiótica. Las mediciones experimentales serán modeladas bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) el mismo consta de 3 tratamientos,5 repeticiones. En donde La fórmula del diseño es:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Media por observación.

α_i = Efecto de los tratamientos.

ϵ_{ij} =Efecto del error experimental

Tabla 3-1: Factores de estudio.

| Factores | Niveles |
|----------|---|
| Factor A | Porcentaje de extracto de remolacha azucarera (2.5%, 5% y 7.5%) |

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

3.5. Mediaciones experimentales

3.5.1. *Análisis Físicoquímicos Bebida Probiótica*

- ❖ pH
- ❖ Acidez Total (%)
- ❖ Sólidos Solubles (°Brix)
- ❖ Grasa (%)
- ❖ Proteína (%)

3.5.2. Análisis microbiológicos bebida probiótica

- ❖ Coliformes Totales (UFC/ml)
- ❖ Escherichia Coli (UFC/ml)
- ❖ Mohos y Levaduras (UFC/ml)
- ❖ Bacterias Acido Lácticas (UFC/ml)

3.5.3. Análisis sensorial

- ❖ Sabor
- ❖ Olor
- ❖ Color

3.5.4. Análisis económico

- ❖ Costos de producción
- ❖ Beneficio/Costo

3.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Para la estimación de las diferentes variables de la presente investigación se llevarán a cabo varios análisis de laboratorio. Los resultados que se obtengan serán evaluados mediante las siguientes pruebas estadísticas completamente al azar:

- Análisis de Varianza (ADEVA), para aceptar la hipótesis.
- Separación de medias ($P < 0,05$) a través de la prueba de Tukey.
- Estadística descriptiva para las pruebas microbiológicas.
- Prueba de Kruskal-Wallis para las variables no paramétricas, usando una escala hedónica.

Tabla 3-2: Esquema del experimento

| <u>% DE TRATAMIENTOS</u> | <u>CÓDIGO</u> | <u>REPETICIONES</u> | <u>T.U.E(ml)</u> | <u>TOTAL, ml/trat</u> |
|---|---------------|---------------------|------------------|-----------------------|
| Extracto de remolacha Azucarera de 2,5 %. | <u>T1</u> | <u>5</u> | <u>250</u> | 1250 |
| Extracto de remolacha Azucarera de 5 %. | <u>T2</u> | <u>5</u> | <u>250</u> | 1250 |
| Extracto de remolacha Azucarera 7,5%. | <u>T3</u> | <u>5</u> | <u>250</u> | 1250 |
| <u>TOTAL</u> | - | - | - | 3750 |

T: U: E: Tamaño de la Unidad Experimental. 250 ml

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

Tabla 3-3: Esquema del ADEVA

| <u>Fuente de variación</u> | <u>Grados de libertad</u> |
|----------------------------|---------------------------|
| <u>Total</u> | $(n - 1) = 14$ |
| <u>Tratamiento</u> | $(t - 1) = 2$ |
| <u>Error</u> | $(n - 1) - (t - 1) = 12$ |

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

3.7. Procedimiento experimental

El procedimiento experimental se basa en tres diferentes tratamientos con cinco repeticiones cada una con diferentes niveles de extracto de remolacha, en el cual se ha propuesto la siguiente formulación: tabla 3-4, para verificar cual es la más favorable en cuanto a calidad y producción.

Tabla 3-4: Formulación de la bebida probiótica a base de lactosuero y diferentes niveles de extracto de remolacha

| Insumos | Tratamientos | | |
|---------------------------------|---------------------|-----------|-----------|
| | T1 | T2 | T3 |
| | 2.5% | 5% | 7.5% |
| Lactosuero (L) | 1,22 | 1,19 | 1,16 |
| Extracto de remolacha (L) | 0,031 | 0,062 | 0,09 |
| <i>Lactobacillus Casei</i> (Kg) | 0,00045 | 0,00045 | 0,00045 |
| Total(L) | 1,25 | 1,25 | 1,25 |

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

3.7.1. Descripción del proceso de elaboración de la bebida probiótica con lactosuero y extracto de remolacha azucarera (*Beta vulgaris*)

La elaboración de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha con distintos porcentajes de extracto se realizó el siguiente procedimiento como de muestra en la ilustración 3-1 del diagrama de flujo del proceso.

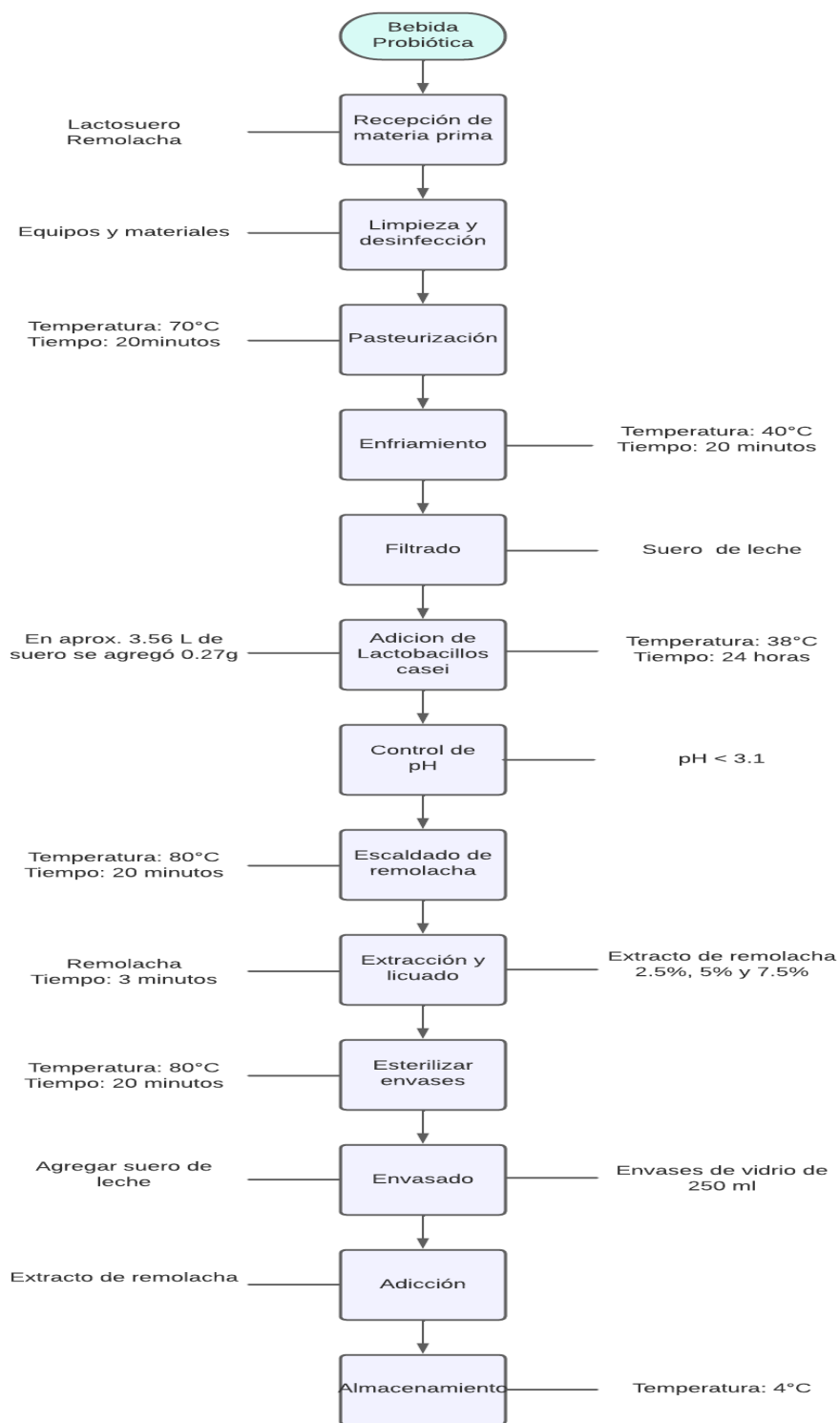


Ilustración 3-1: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la bebida probiótica.

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

3.7.2. Proceso de inoculación y fermentación del suero de leche

- ❖ Recepción de la materia prima.
- ❖ Pasteurización del suero de leche a una temperatura de 70 °C por un tiempo de 20 minutos.
- ❖ Dejar enfriar por 20 minutos hasta obtener una temperatura de 40 °C.
- ❖ Con una malla del filtro o telar verter el suero de leche en otro recipiente previamente esterilizado para que con los filtros puedan retener pequeñas suciedades en el suero de leche.
- ❖ Inocular o agregar el cultivo fermentador como es el *Lactobacillus Casei* para, aproximadamente, en 3.56 litros de suero de leche se agregó 0.27 g
- ❖ Adición del suero de leche ya una vez agregado el cultivo a una temperatura de 38 °C por 24 horas.
- ❖ Verificar después transcurridas las 24 horas de incubación que el suero de leche tenga un pH bajo de 3,1 para poder agregar los extractos de remolacha en cada tratamiento.
- ❖ Esterilizar los envases de vidrio de 15 unidades de 250 ml en una olla de aluminio a una temperatura de 80 °C por 20 minutos.
- ❖ Dejar enfriar los envases de vidrio por un tiempo de 10 minutos.
- ❖ Agregar de 1,22 l la cantidad de suero de leche para el primer tratamiento.
Para el segundo tratamiento la cantidad de 1,19 l de suero de leche.
Para el tercer tratamiento la cantidad de 1,16 l de suero de leche.
- ❖ Tapar los envases para luego colocar el extracto de remolacha para evitar posibles contaminaciones.

3.7.3. Proceso de extracción de la remolacha para agregar al suero de leche

- ❖ Recepción de materia prima.
- ❖ Limpieza y lavado de las remolachas.
- ❖ Proceso de escaldado de las remolachas en una olla de aluminio a una temperatura de 80 °C por un tiempo de 20 minutos.
- ❖ Deje enfriar al menos 25 minutos.
- ❖ Cortar en pequeños trozos la remolacha.
- ❖ En un extractor o licuadora introducir las remolachas previamente cortadas en trozos para extraer el concentrado.
- ❖ En un colador verter el extracto de la remolacha para colocar en un recipiente de vidrio previamente desinfectado y esterilizado.
- ❖ Con una pipeta y pera de succión esterilizadas sacar el extracto de remolacha y colocar en los envases de 250 ml.
- ❖ Para el tratamiento 1 (2,5 %) colocar 0,031ml de extracto de remolacha en el suero de leche.

- ❖ Para el tratamiento 2 (5 %) colocar 0,062 ml de extracto de remolacha en el suero de leche.
- ❖ Para el tratamiento 3 (7.5%) colocar 0,093ml de extracto de remolacha en el suero de leche.
- ❖ Una vez colocado el extracto de remolacha en cada uno de los recipientes tapar los envases y dejar reposar.
- ❖ La cantidad del producto final de cada tratamiento es de 1,25 L del total de 5 unidades de 250 ml por cada tratamiento
- ❖ Adicional, se puede agregar azúcar de mesa para potenciar el sabor de las bebidas probióticas.
- ❖ Realizar una evaluación sensorial de la bebida probiótica, para determinar su aceptabilidad y preferencias del consumidor. Se podrán utilizar variables como: Sabor, Olor, Color.
- ❖ Envasado y almacenamiento: La bebida probiótica se debe envasar en frascos de vidrio previamente esterilizados y se deben almacenar a temperaturas 4°C para preservar el producto final.

3.8. Análisis físico-químicos de la bebida probiótica

Para la validación de los análisis físicos químicos del producto de la bebida probiótica con lactosuero y extracto de remolacha azucarera (*Beta vulgaris*), se toma como referencia a la NTE INEN 2395:2011 de leches fermentadas, la cual en el apartado 3.1.10 hace referencia a la leche fermentada adicionada con microorganismos probióticos, ya que no existe una norma específica para este tipo de bebida.

Tabla 3-5: Requisitos físicos y químicos para la bebida probiótica con lactosuero y extracto de remolacha

| Requisitos | Unidad | Método de ensayo | Descripción |
|------------------------|--------|------------------|--|
| pH | - | Potenciómetro | Se determinará el pH de cada tratamiento de estudio por medio de un potenciómetro |
| Ácido láctico (Acidez) | g/L | NTE INEN 341 | Estable el método para determinar la acidez total, la acidez fija y la acidez volátil (NTE INEN 341, 1978: pp. 2-3). |
| Sólidos totales | °Brix | NTE INEN 380 | Este método es aplicable particularmente a productos espesos, ricos en azúcares o que contienen material suspendido (NTE INEN 380, 1985: pp. 2-3). |
| Grasa | % | NTE INEN 12 | Esta norma tiene por objeto establecer los métodos para determinar el contenido de grasa de la leche. |
| Proteína láctea | % | NTE INEN 16 | Esta norma se aplica a la leche cruda, pasteurizada y en polvo, ya sea entera, semidescremada o descremada y otros productos lácteos (NTE INEN 16, 2015: pp. 4-6). |

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

3.8.1. Determinación de pH

En la determinación del pH se aplicó el procedimiento bajo la norma (INEN 389, 1985, p. 1), en esta norma establece el método potenciométrico para la determinación del ion hidrógeno (pH), sus instrumentos para la práctica es:

- ❖ Potenciómetro, con electrodos de vidrio.
- ❖ Vaso de precipitación de 250cm³.
- ❖ Agitador

Procedimiento:

1. Se procedió a comprobar el correcto funcionamiento del potenciómetro.
2. Se efectuó por duplicado la muestra preparada.
3. Se colocó en el vaso de precipitación aproximadamente 10 cm³ de muestra.
4. Se procedió a colocar los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra.

3.8.2. Determinación de Acidez Total

En la determinación de acidez total se aplicó el procedimiento bajo la norma (INEN 13, 1984, p.1), sus instrumentos para la práctica son:

- ❖ Balanza analítica. Sensible al 0,1 mg. Matraz Erlenmeyer de 100 cm³
- ❖ Matraz aforado de 500 cm³
- ❖ Bureta de 25 cm³, con divisiones de 0,05 cm³ o de 0,1 cm³
- ❖ Estufa, con regulador de temperatura, ajustada a 103° ± 2°C.
- ❖ Desecador, con cloruro de calcio anhidro u otro deshidratante adecuado.

Reactivos

- ❖ Solución 0,1 N de hidróxido de sodio, debidamente estandarizada.
- ❖ Solución indicadora de fenolftaleína. Disolver 0,5 g de fenolftaleína en 100 cm³ de alcohol etílico de 95 - 96 % (V/V).
- ❖ Agua destilada, exenta de CO₂ y fría.

Procedimiento:

1. Se procedió a realizar por duplicado la determinación sobre la muestra.
2. Se procedió a colocar la muestra en el matraz Erlenmeyer y se pesó 5ml de la muestra.
3. Se agregó 2 ml de indicador fenolftaleína.
4. Se procedió a titular con la solución 0,1N de Na(OH) hasta conseguir el cambio de color a rosado.

5. Se observo que el color rosado persista por 30 segundos aproximadamente.
6. Se procedió a leer en la bureta el volumen de solución empleada.

Cálculos

Para el cálculo de la acidez titulable se utilizó la siguiente ecuación:

$$A = 0.090 \frac{V \times N}{m_1 - m} \times 100$$

Donde

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

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm³.

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m = masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g.

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

3.8.3. *Determinación de sólidos solubles (°Brix)*

La determinación del contenido de sólidos solubles en grados °Brix se realizó mediante la norma (INEN 380, 1985, p.1), donde se establece el método para determinar el contenido de sólidos solubles, mediante lectura refractométrica a 20°C. Los equipos y materiales para la práctica son:

- ❖ Refractómetro con regulador de temperatura.
- ❖ Refractómetro con escala para índice de refracción graduada en 0,001, de modo que permita estimar lecturas de hasta 0,0002.
- ❖ Refractómetro con escala para porcentaje en masa de sacarosa, graduada en 0,50%, de modo que permita estimar lecturas de hasta 0,25%.
- ❖ Vaso de precipitación de 250 cm³
- ❖ Embudo de Buchner para filtración.

Procedimiento

1. Se procedió al ajuste del refractómetro a una temperatura requerida entre 15°C y 25°C.
2. Se procedió a colocar 3 gotas de la muestra en el prisma del refractómetro, se continuó la corriente de agua durante el tiempo hasta que el ensayo alcance la temperatura requerida.
3. Se procedió a la lectura del valor del índice de refracción según el instrumento usado.

3.8.4. *Determinación de Grasa*

La determinación de grasa se procedió a realizar mediante la norma (INEN 12, 1973, p.1), mediante el método de Gerber, los instrumentos para realizar la práctica son:

- ❖ Pipeta aforada de 10 cm³, de seguridad, para ácido sulfúrico.
- ❖ Pipeta aforada de 1 cm³, para alcohol amílico.

- ❖ Pipeta aforada de 10,94 cm³, para medir la muestra.
- ❖ Butirómetros Gerber, para leche y para leche descremada, (ver A.1).
- ❖ Centrífuga, con velocidad de 1100 ± 100 r/min.
- ❖ Baño de agua, con regulador de temperatura, ajustado a 65° ± 2° C.

Reactivos

- ❖ Ácido sulfúrico, concentrado para análisis, con densidad 1,815 ± 0,003 g/cm³ a 20°C.
- ❖ Alcohol amílico, compuesto principalmente de 3-metil-butanol y 2-metil-butanol y
- ❖ prácticamente exento de alcoholes amílicos secundarios o terciarios y furfural.
- ❖ Agua destilada.

Procedimiento

1. Se procedió a llevar la muestra hasta una temperatura de aproximadamente 20°C
2. Se seleccionó el butirómetro Gerber y se procedió a verter 10cm³ de ácidos sulfúrico con cuidado de no humedecer con ácido el cuello del butirómetro.
3. Se procedió a verter 1cm³ de alcohol amílico en el butirómetro.
4. Se procedió a tapar herméticamente el cuello del butirómetro y se agito.
5. Luego de la agitación se procedió a centrifugar el butirómetro, una vez la centrífuga alcanzó la velocidad necesaria, se continuó durante un tiempo de 4 minutos.
6. Se retiró el butirómetro de la centrífuga y se colocó en baño de agua a 65°C durante aproximadamente 4 minutos manteniendo la columna de grasa completamente sumergida en agua.

Cálculos

El contenido de grasa se calculó mediante la ecuación

$$G = \frac{(m_1 - m_2) - (m_3 - m_4)}{m} \times 100$$

Siendo:

G = contenido de grasa, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra analizada, en g.

m1 = masa del Erlenmeyer con el extracto, en g.

m2 = masa del Erlenmeyer vacío, o del Erlenmeyer con el material insoluble, en g.

m3 = masa del Erlenmeyer con el extracto resultante en la determinación en blanco, en g

m4 = masa del Erlenmeyer vacío empleado en la determinación en blanco.

3.8.5. *Determinación de Proteína*

La determinación de proteína se procedió a realizar mediante la norma (INEN 16, 2015, p.1) en el cual los instrumentos a utilizar son:

- ❖ Aparato de Kjeldahl, para digestión y destilación.
- ❖ Matraz Kjeldahl de 50 cm³.
- ❖ Matraz Erlenmeyer de 500 cm³.
- ❖ Bureta de 50 cm³.
- ❖ Balanza analítica. Sensible al 0,1 mg.

Reactivos

- ❖ Ácido sulfúrico concentrado, con densidad 1,84 g/cm³ a 20°C, exento de nitrógeno.
- ❖ Solución 0,1 N de ácido sulfúrico, debidamente estandarizada.
- ❖ Solución 0,1 N de hidróxido de sodio, debidamente esterilizada.
- ❖ Solución de sulfuro alcalino o solución de tiosulfato de sodio.
- ❖ Sulfato de potasio o sulfato de sodio anhidro, exento de nitrógeno, reactivo para análisis.
- ❖ Oxido mercuríco, o mercurio metálico, reactivo para análisis (ver Anexo A).
- ❖ Solución alcohólica de rojo de metilo.

Procedimiento

- ❖ Se llevó la muestra a una temperatura de 4°C.
- ❖ Se pesó aproximadamente 5g de muestra.
- ❖ Se procedió a transferir la muestra a un matraz Kjeldahl y se agregó un catalizador con 0.7g de óxido mercuríco y 15g de sulfato de potasio.
- ❖ Luego se agregó 25cm³ de ácido sulfúrico con un pedazo de parafina con el fin de evitar la formación de espuma durante la digestión.
- ❖ Se procedió agitar el matraz y colocar de forma inclinada en la hornilla del aparato de Kjeldahl para proceder a calentar hasta observar espuma.
- ❖ Se calentó hasta que el contenido en el matraz hirvió uniformemente, y se mantuvo durante 30minutos y se procedió a dejar que se enfrié.
- ❖ Se colocó 200cm³ de agua destilada, se enfrió la mezcla hasta 25°C para agregar 25cm³ de solución de sulfuro alcalino y se agitó hasta precipitar el mercurio.
- ❖ Se procedió a verter por todas sus paredes del matraz, formando dos capas, donde se agregó 50cm³ de solución concentrada de Na(OH) para alcanzar un mayor grado de alcalinidad.
- ❖ Se procedió a conectar el matraz Kjeldahl al condensador mediante la ampolla de destilación con el extremo de salida del condensador sumergido en 50cm³ de la solución 0.1N de ácido sulfúrico contenida en el matraz Erlenmeyer de 500cm³.

- ❖ Se agregó unas gotas de solución alcohólica de rojo de metilo y se procedió agitar el matraz hasta homogenizar el contenido para luego ser calentado.
- ❖ Se procedió a destilar hasta que la solución haya pasado la solución ácida contenida en el matraz Erlenmeyer.
- ❖ Con la solución 0.1 N de Na(OH) se tituló el exceso de ácido en el matraz.

Cálculos

Para el cálculo del contenido de proteínas se calculó mediante la siguiente ecuación

$$P = (1.40)(6.38) \frac{(V_1N_1 - V_2N_2) - (V_3N_1 - V_4N_2)}{m}$$

Siendo:

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

V₁ = volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm³

N₁ = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V₂ = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm³.

N₂ = normalidad de la solución de hidróxido de sodio,

V₃ = volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm³.

V₄ = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación del ensayo en blanco, en cm³.

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

3.9. Análisis Microbiológicos de la Bebida Probiótica

Tabla 3-6: Requisitos microbiológicos para la bebida probiótica con lactosuero y extracto de remolacha

| Requisitos | Unidad | Método de ensayo | Descripción |
|--------------------|--------|-------------------|--|
| Coliformes totales | UFC/g | NTE INEN 1 529-7 | Este método es indicado para productos que contienen una alta carga de coliformes y coliformes psicotrofos inespecíficos (NTE INEN 1 529-7, 1990: pp. 2-3). |
| Escherichia coli | UFC/g | NTE INEN 1 529-8 | Establece la técnica del número más probable para la determinación de coliformes fecales y las pruebas confirmatorias de Escherichia coli e identificación de las especies del grupo coliforme fecal. (INEN 1 529-8, 2016: pp. 3-4). |
| Mohos y levaduras | UFC/g | NTE INEN 1 529-10 | Especifica el método de recuento, en placa, por siembra en profundidad, para el recuento de mohos y levaduras (NTE INEN 1 529-10, 2013: pp. 2-4). |

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

3.9.1. Determinación de coliformes totales

Para la incubación se colocó las cajas Petri en la incubadora a 37°C y se procedió a dejar en la incubadora por 24 horas

El conteo se realizó colocando la caja Petri boca arriba sobre él cuenta colonias, siguiendo la guía de la cuenta colonias se escoge 3 cuadrantes, donde se determine el cuadrante con mayor cantidad de colonias (CA), el segundo cuadrante como (CM) y el tercer cuadrante que tenga la menor cantidad de colinas (CB), se aplicó la siguiente ecuación para determinar el N° de colonias

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

Para el conteo de coliformes totales se determinó mediante la metodología y procedimiento de la norma (INEN 1529-7, 2013, p. 2-4).

3.9.2. Determinación Escherichia Coli

Para la incubación se colocó las cajas Petri en la incubadora a 37°C y se procedió a dejar en la incubadora por 24 horas

El conteo se realizó colocando la caja Petri boca arriba sobre él cuenta colonias, siguiendo la guía del cuenta colonias se escoge 3 cuadrantes, donde se determine el cuadrante con mayor cantidad de colonias (CA), el segundo cuadrante como (CM) y el tercer cuadrante que tenga la menor cantidad de colinas (CB), se aplicó la siguiente ecuación para determinar el N° de colonias

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

Para el conteo de Escherichia Coli se determinó mediante la metodología y procedimiento de la norma (INEN 1529-8, 2012, p. 3-4).

3.9.3. Determinación de Mohos y Levaduras

Para la incubación se colocó las cajas Petri en la incubadora a 37°C y se procedió a dejar en la incubadora por 48 horas

El conteo se realizó colocando la caja Petri boca arriba sobre él cuenta colonias, siguiendo la guía de la cuenta colonias se escoge 3 cuadrantes, donde se determine el cuadrante con mayor cantidad de colonias (CA), el segundo cuadrante como (CM) y el tercer cuadrante que tenga la menor cantidad de colinas (CB), se aplicó la siguiente ecuación para determinar el N° de colonias

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

Para el conteo de mohos y levaduras se determinó mediante la metodología y procedimiento de la norma (INEN 1529-10, 2013, p. 2-4).

3.9.4. Determinación de Bacterias Ácidos Lácticas (BAL)

Para la determinación de las bacterias ácido lácticas se utilizó el Agar MRS y se procedió mediante el proceso especificado en la norma (NTE INEN 2395, 2011, p. 7).

La ecuación para el cálculo de las bacterias ácidos lácticas fue

$$UFC/ml = \frac{N^{\circ} \text{ de colonias} * \text{factor de dilución}}{\text{ml de muestra sembrada}}$$
$$N = \frac{\sum c}{V(n_1 + 0.1m_2)d}$$

Siendo:

$\sum C$ = Suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegida.

n_1 = Número de placas contadas de la primera dilución seleccionada.

m_2 = Número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada.

d = Dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos.

V = Volumen del inóculo sembrado en cada placa.

3.10. Análisis sensorial

La evaluación sensorial de la bebida probiótica se realizó a personas seleccionadas como jueces afectivos para verificar la aceptación del producto. Para lo cual se determinó algunos parámetros tales como: color, olor y sabor. Utilizando una escala hedónica que tendrá una puntuación de 1 a 5, siendo 1 la menor calificación y 5 la mayor calificación, como se observa en el ANEXO L.

3.11. Análisis económico

Finalmente se determinará, analizará y evaluará los costos de producción de la bebida, incluyendo los insumos, mano de obra y costos indirectos de fabricación, estimando así la rentabilidad del producto a partir de la evaluación de su precio de venta.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis fisicoquímico y microbiológicos del suero de leche

Los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico del suero de leche utilizado en la elaboración de la bebida probiótica con extracto de remolacha azucarera (*Beta vulgaris*) se muestran en la tabla 4-1.

Tabla 4-1: Análisis fisicoquímico del suero de leche.

| Parámetro | Resultado | |
|------------------|-----------|------|
| pH | 6.00 | --- |
| Acidez | 0.44 | % |
| Ceniza | 0.70 | % |
| Proteína | 0.84 | % |
| Grasa | 0.28 | % |
| Sólidos Solubles | 6.30 | Brix |

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

En la tabla 4-2 se evidencian los resultados del análisis microbiológico del suero de leche utilizado para la elaboración de la bebida probiótica.

Tabla 4-2: Análisis microbiológicos del suero de leche.

| Parámetro | Resultados | |
|------------------------|------------|-----------------------------|
| Coliformes totales | Ausencia | UFC/g |
| Escherichia Coli | Ausencia | UFC/g |
| Mohos | Ausencia | UFC/g |
| Levaduras | Ausencia | |
| Staphylococcus aureus | Ausencia | UFC/g |
| Salmonella | Ausencia | Salmonella / 25 g |
| Listeria monocytogenes | Ausencia | listeria monocytogenes /25g |

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

El análisis físico que se realizó al suero de leche previamente para ser utilizado en la bebida probiótica presento niveles de pH 6 dando un aspecto de suero dulce, con niveles de acidez 0.44%, ceniza 0.70%, proteína 0.84%, grasa 0.28% y sólidos solubles (°Brix) 6.30%, estos resultados se asemejan a la investigación realizada por (Paredes et al., 2014) de tema “Características fisicoquímicas y microbiológicas de suero de leche de queso Chihuahua” donde realizaron análisis al suero de 4 regiones obteniendo resultados similares a los que se obtuvo en esta investigación tales como, pH 6.04, acidez 0.37%, proteína 0.74%, grasa 0.41% , cenizas 0.70%.

Mientras que en los análisis microbiológicos obtuvieron resultados de Coliformes Totales de 8.11×10^6 UFC, mohos y levaduras 3.04×10^6 UFC, en tanto los resultados obtenidos en esta investigación se obtuvo ausencia en los análisis microbiológicos del suero, lo cual demuestra que es una excelente materia prima, siendo la apropiada para continuar con el proceso de la elaboración de la bebida probiótica a base de lactosuero y extracto de remolacha, ya que garantiza la inocuidad y la calidad de la bebida probiótica, a su vez se evidencia que los parámetros al comparar con las normas INEN se encuentran dentro de los límites permisibles.

4.2. Análisis fisicoquímico de la bebida probiótica con extracto de remolacha azucarera (*Beta vulgaris*)

Tabla 4-3: Caracterización fisicoquímica de la bebida probiótica

| Variables | Niveles de remolacha azucarera | | | CV | E. E | Prob |
|--------------------------|--------------------------------|--------|--------|------|--------|---------|
| | 2,5% | 5% | 7,5% | | | |
| pH | 3.31 b | 3.40 a | 3.46 a | 1.08 | 0,02 | 0,0001 |
| Acidez, % | 0,19 b | 0,21 b | 0,24 a | 6.05 | 0.002 | 0.0002 |
| Solidos solubles, °Brix. | 4.19 a | 3.90 b | 3.75 b | 3.70 | 0,26 | 0.0013 |
| Grasa, % | 0.26 a | 0.20 b | 0.17 c | 8.04 | 0.0034 | <0.0001 |
| Proteína, % | 1.01 c | 1.13 b | 2.15 a | 3.93 | 0.03 | <0.0001 |

E.E: Error estadístico

CV: Coeficiente de variación

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

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

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

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Tukey (P>0,05)

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

4.2.1. pH

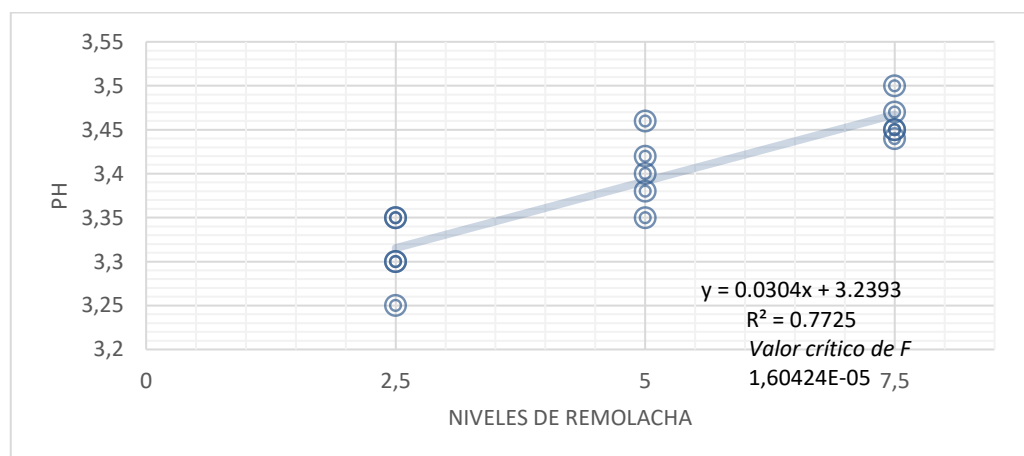


Ilustración 4-1: pH de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha.

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

En la ilustración 4-1, al realizar el análisis de regresión para el parámetro del pH en la bebida probiótica de lactosuero y remolacha resultó que los datos siguen una tendencia lineal, por lo que hay diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) al trabajar con el 95% de confianza, por efecto de los niveles de remolacha se tiene que el 2.5% de extracto se obtuvo el valor más bajo de pH de 3.25 y un valor más alto de 3.35. Mientras que para el 5% de extracto se obtuvo el valor más bajo de pH de 3.35 y un valor más alto de 3.46. Finalmente, para el 7.5% de extracto de remolacha se obtuvo un valor bajo de pH de 3.44 y un valor más alto de 3.5. Al realizar la prueba de tukey, se puede identificar que en el nivel de 2.5% de extracto de remolacha existe un cambio significativo por tal motivo hay diferencia entre el grupo a y grupo b.

En su investigación (Molero et al., 2017, p. 266-267) realizó la calidad físico - química y microbiológica y vida útil de bebidas probióticas fermentadas a base de lactosuero, en donde al realizar dos formulaciones de bebidas probióticas, obtuvo valores de pH de 5.00 y 4.85 respectivamente, mencionando que estos valores fueron menores al valor inicial antes de la fermentación, en donde obtuvieron valores de pH 6.5. A su vez (Brito et al., 2019, p. 48) representa la variación obtenida del pH del lactosuero con respecto a la fermentación donde obtuvo como valor inicial de pH 6.74, 6.43 y 6.33 de tres muestras estudiadas, dando como valores finales transcurrida la fermentación con *lactobacillus casei* de 4.17, 4.46 y 4.76 respectivamente.

Con lo cual, el valor del pH en una bebida probiótica es crucial su medición, ya que el mismo afecta la variabilidad y actividad de las bacterias probióticas. Dentro de un pH adecuado favorece el crecimiento sea este un rango de 4.0 a 5.0, mantener un pH controlado ayudará a garantizar la estabilidad y calidad del producto final.

4.2.2. Acidez Total (%)

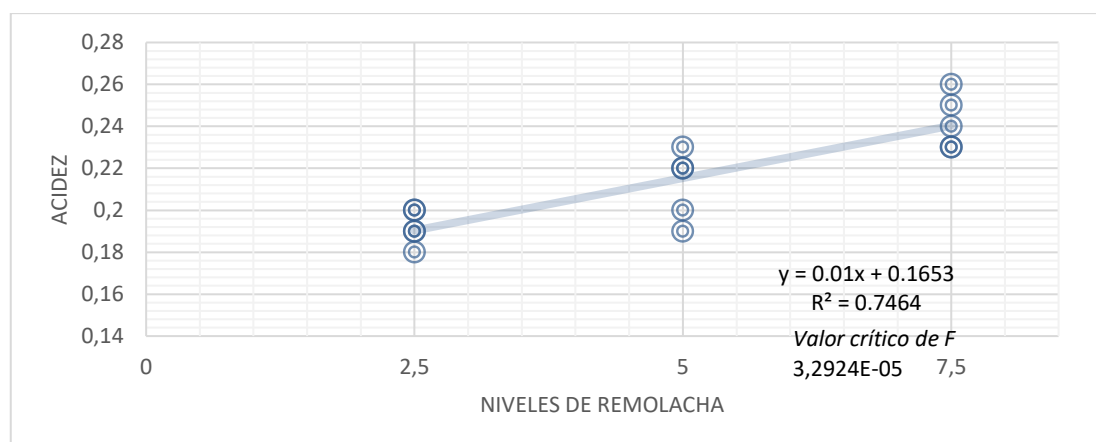


Ilustración 4-2: Contenido de acidez total de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

El parámetro del porcentaje de acidez total en la bebida probiótica de lactosuero y remolacha al realizar un análisis de regresión resultó que los datos siguen una tendencia lineal como puede evidenciarse en la ilustración 4-2, con lo que se reportó que hay diferencias significativas ($p < 0,05$) por efecto de los niveles de remolacha se tiene que el 2.5% de extracto de remolacha se obtiene el valor más bajo de acidez de 0.18% y un valor más alto de 0.20%. Mientras que para el 5% de extracto se obtuvo el valor más bajo de acidez de 0.19% y un valor más alto de 0.23%. Finalmente, para el 7.5% de extracto de remolacha se obtuvo un valor bajo de acidez de 0.23% y un valor más alto de 0.26%. Al realizar la prueba de tukey, se puede identificar que en el nivel de 7.5% de extracto de remolacha existe un cambio significativo por tal motivo hay diferencia entre el grupo a y grupo b.

En su investigación (Tenorio, 2021, p. 63) titulado “diseño de un proceso industrial para obtención de bebida fermentada “kvas” a partir de remolacha (*Beta vulgaris*).” obtuvo un valor 0.11% de acidez. Con esto, se evidencia que la acidez de la bebida probiótica a base de lactosuero y extracto de remolacha está influenciada por su composición, donde los valores dados son relacionados con el lactosuero, ya que la remolacha puede tener un pH más neutro, a su vez puede tener un efecto amortiguador, a su vez el porcentaje de acidez dependerá más de la concentración de ácidos presente de cada ingrediente, ya que si se agregan ingredientes más ácidos o se fermenta la mezcla, la acidez podría aumentar.

Finalmente, en los resultados obtenidos se observa que los porcentajes de acidez dependiendo el nivel de extracto de remolacha tienen un pequeño aumento, pero se logra estar dentro de los límites permitidos por la norma (INEN 2594, 2011e: p. 6) donde especifica que el máximo permitido es del 0.35% de acidez.

4.2.3. Sólidos solubles (°Brix)

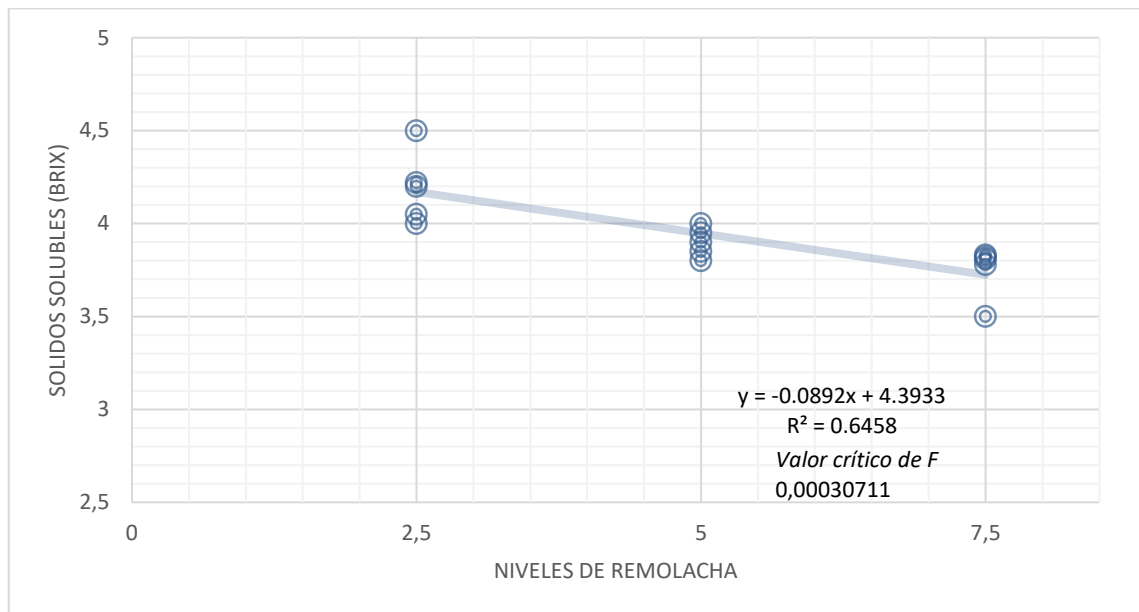


Ilustración 4-3: Contenido de sólidos solubles (°Brix) de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

El resultado del análisis de regresión demostró que existen una tendencia lineal en los datos en el parámetro del porcentaje de sólidos solubles (°Brix) de la bebida probiótica de lactosuero y remolacha como se puede evidenciar en la ilustración 4-3, reportando que hay diferencias significativas ($p < 0,05$) por efecto de los niveles de extracto de remolacha se tiene que el 2.5% se obtuvo el valor más bajo de sólidos solubles (°Brix) de 4.00% y un valor más alto de 4.50%. Mientras que para el 5% de extracto se obtuvo el valor más bajo de sólidos solubles (°Brix) de 3.80% y un valor más alto de 4.00%. Finalmente, para el 7.5% de extracto de remolacha se obtuvo un valor bajo de solubles (°Brix) de 3.50% y un valor más alto de 3.83%. Al realizar la prueba de tukey, se puede identificar que en el nivel de 2.5% de extracto de remolacha existe un cambio significativo por tal motivo hay diferencia entre el grupo a y grupo b.

En su investigación (Tenorio, 2021, p. 63) titulado “diseño de un proceso industrial para obtención de bebida fermentada “kvas” a partir de remolacha (*Beta vulgaris*)” obtuvo como resultado 9.5% de sólidos solubles (°Brix) y a su vez (Molero et al., 2017, p. 267) en su investigación titulada “Calidad físico-química, microbiológica y vida útil de bebidas probióticas fermentadas a base de lactosuero” obtuvieron un valor de 12.4% para la formulación 1 y 12.5% para la formulación 2 de su investigación, resaltando que en la formulación de las bebidas probióticas adicionaron sacarosa y leche en polvo con el objetivo de conseguir un porcentaje de 12% esperado y así lograr una consistencia atractiva desde el punto de vista organoléptico.

Los valores de la remolacha son principalmente azúcares naturales, mientras que en el suero puede contener algo de lactosa, y este porcentaje de sólidos solubles (°Brix) depende de la proporción de suero y del extracto de remolacha, para este caso, se evidencia que los resultados varían conforme los niveles de extracto adicionados, a su vez son niveles de porcentaje que se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma (INEN, 2594, 2011e: p. 6) donde determina un máximo de 7.25 % de sólidos solubles (°Brix).

4.2.4. Grasa

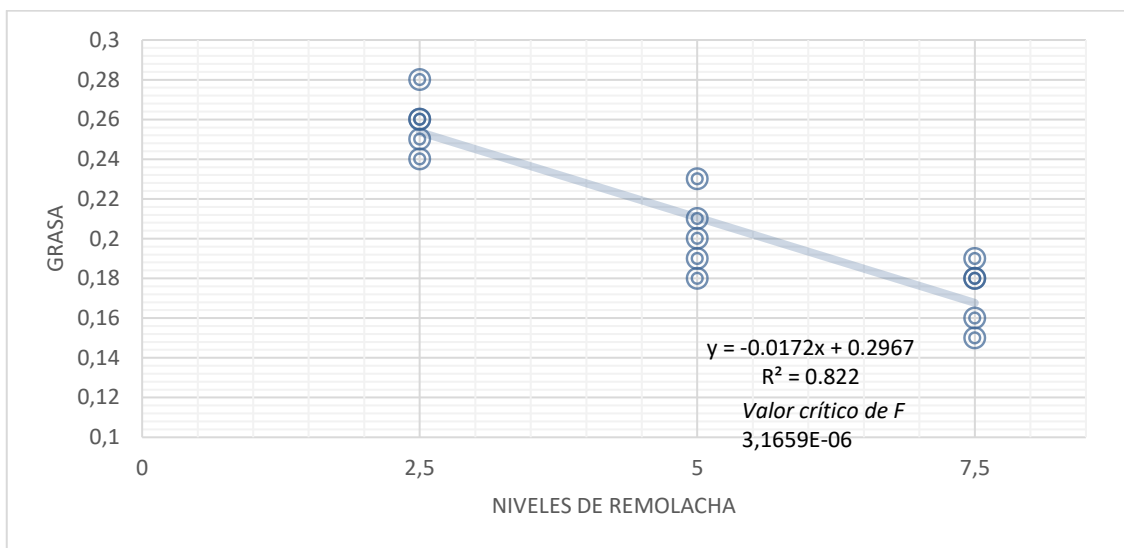


Ilustración 4-4: Contenido de grasa de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha
Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

Al analizar el parámetro del porcentaje de grasa en la bebida probiótica de lactosuero y remolacha demostró el análisis de regresión que los datos siguen una tendencia lineal como se puede observar en la ilustración 4-4, además se reportó que hay diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) por efecto de los niveles de remolacha se tiene que el 2.5% de extracto se obtuvo el valor más bajo de grasa de 0.24% y un valor más alto de 0.28%. Mientras que para el 5% de extracto se obtuvo el valor más bajo de grasa de 0.18% y un valor más alto de 0.23%. Finalmente, para el 7.5% de extracto de remolacha se obtuvo un valor bajo de grasa de 0.15% y un valor más alto de 0.19%. Al realizar la prueba de tukey, se puede identificar que en los tres niveles de extracto de remolacha existen cambios significativos por tal motivo hay diferencia entre el grupo a, grupo b y grupo c. (Molero et al., 2017, p. 267) en su investigación titulada “Calidad físico-química, microbiológica y vida útil de bebidas probióticas fermentadas a base de lactosuero” obtuvieron porcentajes de grasa de 0.80% para la formulación 1 y 0.70% para la formulación 2 de su investigación, lo cual debido a la adición de leche en polvo se reflejó estos valores al contener un porcentaje de grasa adicional. Mientras que para esta investigación se obtuvo valores de entre 0.15% a 0.28% de grasa, siendo

valores permitidos con relación a la norma (INEN 2594, 2011e: p. 6) que estable un límite máximo de porcentaje de grasa de 0.30% permitido.

Estos niveles de grasa en una bebida probiótica de lactosuero y remolacha pueden ser influenciados en varios aspectos con el producto final, afectando a la textura, el sabor y la estabilidad del producto, proporcionando una sensación más suave y cremosa. En tanto a la estabilidad, la presencia de grasa puede afectar la estabilidad del producto, ya que podría influir en la viscosidad y en la capacidad de retención de agua. Esto es importante para garantizar la calidad del producto a lo largo de su vida útil.

4.2.5. Proteína

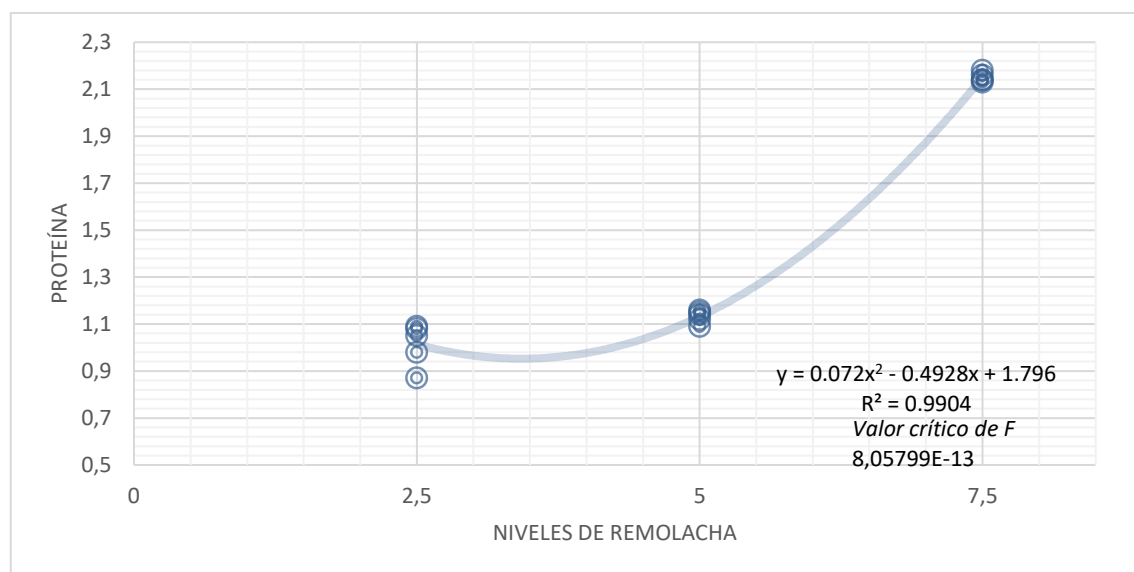


Ilustración 4-5: Contenido de proteína de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

Como se puede evidenciar en la ilustración 4-5, al analizar el parámetro del porcentaje de proteína en la bebida probiótica de lactosuero y remolacha resultó que los datos siguen una tendencia cuadrática con el análisis de regresión, a su vez se reportó que hay diferencias altamente significativas ($p < 0,01$), por efecto de los niveles de remolacha se tiene que el 2.5% de extracto se obtuvo el valor más bajo de proteína 0.87% y un valor más alto de 1.09%. Mientras que para el 5% de extracto de remolacha se obtuvo el valor más bajo de proteína 1.09% y un valor más alto de 1.16%. Finalmente, para el 7.5% de extracto de remolacha se obtuvo un valor bajo de proteínas de 2.13% y un valor más alto de 2.18%. Al realizar la prueba de tukey, se puede identificar que en los tres niveles de extracto de remolacha existe un cambio relevante por tal motivo hay diferencia entre el grupo a, grupo b y grupo c.

Estos niveles de proteínas en una bebida probiótica de lactosuero y remolacha también pueden tener diversas implicaciones, una de aquellas es la interacción con probióticos, donde algunas proteínas pueden actuar como prebióticos, proporcionando sustratos para el crecimiento de bacterias beneficiosas. A su vez el porcentaje de proteínas en una bebida probiótica de lactosuero y remolacha generalmente no está directamente relacionado con el nivel de extracto de remolacha, ya que en relación al extracto de remolacha se refiere a la concentración de componentes específicos de la remolacha en la bebida, pero no necesariamente a la cantidad de proteínas.

Con respecto al porcentaje de proteína según (Tenorio Perea, 2021, p.63) en su investigación titulada “Diseño de un proceso industrial para obtención de bebida fermentada “Kvas” a partir de remolacha (*Beta vulgaris*)” obtuvo valor de proteína de 2.30% en su bebida Kvas, mientras que en su investigación (Brito et al., 2019, p. 61) titulada “Evaluación de la fermentación del lactosuero para la obtención de una bebida probiótica utilizando *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus casei*” obtuvo valores de 3.89% de porcentaje de proteína, con un pH de 4.42. Con esto y en relación a los valores obtenidos en esta investigación se evidencia un contenido de proteínas de 2.18% en el tratamiento 3 con 7.5% de extracto de remolacha, en el cual existe mayor porcentaje de proteínas, esto depende al porcentaje de remolacha que se va añadiendo a la bebida, a diferencia del tratamiento 1 con el 2.5% de extracto de remolacha se obtuvo un valor de 1.09% donde la bebida aporta proteínas más en relación a la composición del lactosuero, con esto se indica que el producto tiene un nivel moderado de proteínas, y a su vez se encuentran dentro de los límites permitidos por la norma (INEN 2594, 2011e: p. 6) que establece un límite mínimo de porcentaje de proteína de 0.80% permitido.

4.3. Análisis microbiológico de la bebida probiótica con extracto de remolacha azucarera (*Beta vulgaris*)

Tabla 4-4: Caracterización microbiológica de la bebida probiótica.

| Determinación | Niveles de remolacha azucarera | | | E.E | Prob |
|---------------------------|--------------------------------|----------|----------|-----|------|
| | 2,5% | 5% | 7,5% | | |
| <i>E.coli</i> | Ausencia | Ausencia | Ausencia | | |
| <i>Coliformes totales</i> | Ausencia | Ausencia | Ausencia | | |
| <i>Mohos y levaduras</i> | Ausencia | Ausencia | Ausencia | | |

E.E: Error estadístico

CV: Coeficiente de variación

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

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

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

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Tukey (P>0,05)

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

Los análisis microbiológicos realizados a la bebida probiótica con extracto de remolacha, para sus tres niveles de extracto 2.5%, 5% y 7.5% se identificó la ausencia de Coliformes totales, Escherichia Coli, Mohos y levaduras, dando así a la confiabilidad del producto, garantizando la inocuidad y calidad de la misma, siendo una bebida apta para el consumo, cumpliendo con los requisitos microbiológicos mencionados en la norma (INEN 2609, 2012, p.5) de bebidas de suero, así como la norma (NTE INEN 2395, 2011, p. 7) de leches fermentadas.

La presencia de coliformes totales y Escherichia Coli puede indicar contaminación fecal y posiblemente la presencia de patógenos, mientras que la presencia de mohos y levaduras puede afectar la calidad del producto, en la cual se pueden producir micotoxinas que son compuestos tóxicos para la salud. En los resultados de esta investigación la ausencia de bacterias no probióticas se debe a que la elaboración de la bebida probiótica, está la presencia de bacterias probióticas de *Lactobacillus casei* lo que hace que, en el proceso de fermentación, se genere un medio ácido con lo cual se disminuye el pH a menos de 4, impidiendo que este tipo de bacterias no tengan las condiciones de crecimiento y reproducción.

4.3.1 Bacterias Ácido Lácticas (UFC/ml)

Tabla 4-5: Caracterización microbiológica de la bebida probiótica.

| Determinación | Niveles de remolacha azucarera | | | E.E | Prob |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|--------|
| | 2,5% | 5% | 7,5% | | |
| <i>Bacterias Probióticas</i> | 1.23x10 ⁶ a | 1.17x10 ⁶ a | 1.13x10 ⁶ a | 0.03x10 ⁶ | 0.1339 |

E.E: Error estadístico

CV: Coeficiente de variación

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

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

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

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Tukey (P>0,05)

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

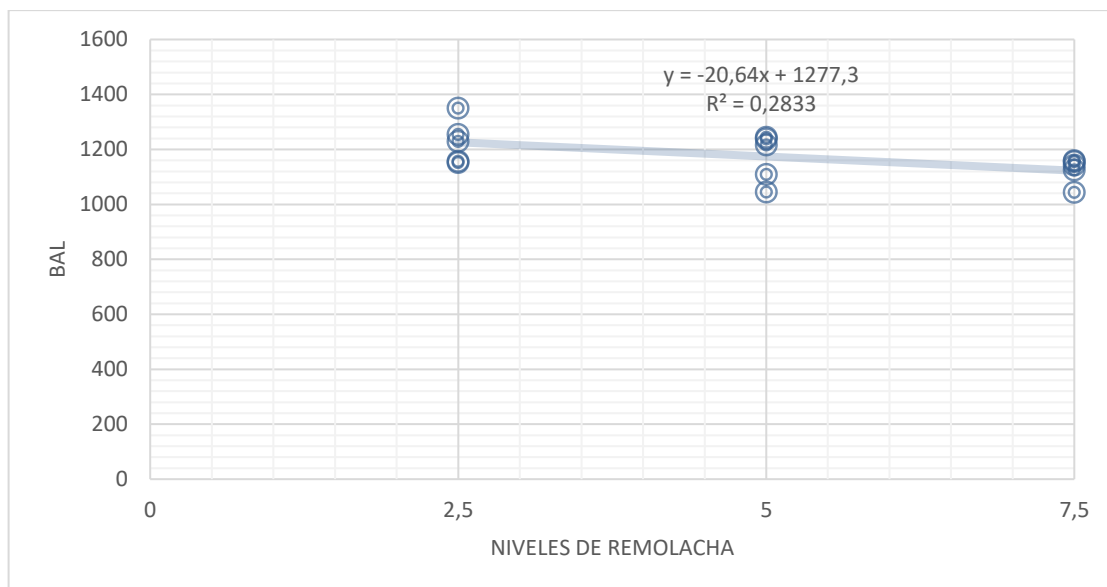


Ilustración 4-6: Contenido de bacterias ácidos lácticas de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha.

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

Al realizar el conteo de las bacterias ácidos lácticas en la bebida probiótica se presentó que no existen diferencias significativas ($p > 0.05$), los datos siguen una tendencia lineal como se puede evidenciar en la ilustración 4-6, a su vez, al realizar la prueba de Tukey se compró que las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Lo cual se puede analizar que estos cambios fueron mínimos, en donde el crecimiento del tratamiento 1 de 2.5% de extracto de remolacha tuvo un número de 1.23×10^6 UFC/ml; en cambio el crecimiento para el tratamiento 2 de 5% de extracto de remolacha se obtuvo un número de 1.17×10^6 UFC/ml; finalmente para el tratamiento 3 de 7.5% de extracto de remolacha existió una reducción en la bacterias ácidos lácticas, donde se obtuvo un número de 1.13×10^6 UFC/ml, esto guarda relación a que los niveles de pH aumentaron conforme a estos cambios el medio para su crecimiento se ve afectado para las bacterias donde inhibe el crecimiento de las mismas. Estos datos se pueden visualizar en la ilustración 4-6 que representa el crecimiento de las bacterias en la bebida probiótica.

Sin embargo, estos resultados obtenidos se encuentran dentro de los requisitos del contenido mínimo de microorganismos que requiere la norma (INEN 2395, 2011, p. 7) en donde como requisito el mínimo de microorganismo vivos no patógenos es de 1×10^6 UFC/ml en su composición para que este sea considerado como un alimento probiótico. A su vez se aporta que la fermentación de *lactobacillus casei* genera ácidos lácticos que permiten la reducción del pH del suero, el cual metaboliza los azúcares presentes en el suero de leche para producir ácido láctico, este aumento no solo afecta a la acidez, sino que también al sabor y la textura del producto final.

4.4. Análisis sensorial

El análisis sensorial se aplicó a 150 estudiantes panelistas de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo el día 4 de agosto del 2023, en la cual se presentó una bebida probiótica de lactosuero con diferentes niveles de extracto de remolacha donde se obtuvo los siguientes resultados como se muestran en la tabla 4-6.

Tabla 4-6: Resultados de valoración sensorial de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha

| % de extracto de remolacha (Factor A) | Código | Estadística descriptiva | | |
|--|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| | | Sabor | Olor | Color |
| 2.5% | T1 | 4c Me gusta moderadamente | 4c Me gusta moderadamente | 4b Me gusta moderadamente |
| 5% | T2 | 4b Me gusta moderadamente | 4b Me gusta moderadamente | 4a Me gusta moderadamente |
| 7.5% | T3 | 3a Ni me gusta ni me disgusta | 3a Ni me gusta ni me disgusta | 4a Me gusta moderadamente |
| <i>Prob</i> | | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 |
| <i>Hcal</i> | | 79.10 | 107.29 | 19.85 |

Hcal: Valor calculado de la prueba de Kruskal-Wallis

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

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

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

Realizado por: Gallardo, Kevin. 2023.

En los análisis sensoriales se utilizó la prueba estadística de Kruskal- Wallis a un nivel de significancia del ($p < 0.05$), donde se estimó a los atributos sensoriales de Sabor, Olor y Color de la bebida probiótica. En donde se obtuvo que en los todos los niveles % de extracto hay diferencias altamente significativas ($p < 0.01$), a su vez para los atributos de sabor y olor de remolacha se tiene que hay diferencias entre los grupos a, grupo b y grupo c. Mientras que para el atributo de color se obtuvo que en el nivel de 2.5% de extracto hay diferencias significativas por lo cual hay diferencias entre el grupo a y grupo b. Con referencia a la ponderación para cada atributo se obtuvo que, en el atributo de sabor tuvo el 2.5% y 5% una mejor puntuación de 4 puntos corresponde a “Me gusta moderadamente”, a su vez la menor aceptación de obtuvo para el tratamiento 3 de 7.5% de extracto de remolacha el cual fue ponderado con 3 puntos corresponde a “Ni me gusta, ni me disgusta”, existiendo una pequeña diferencia a los otros 2 tratamientos.

4.4.1. Sabor

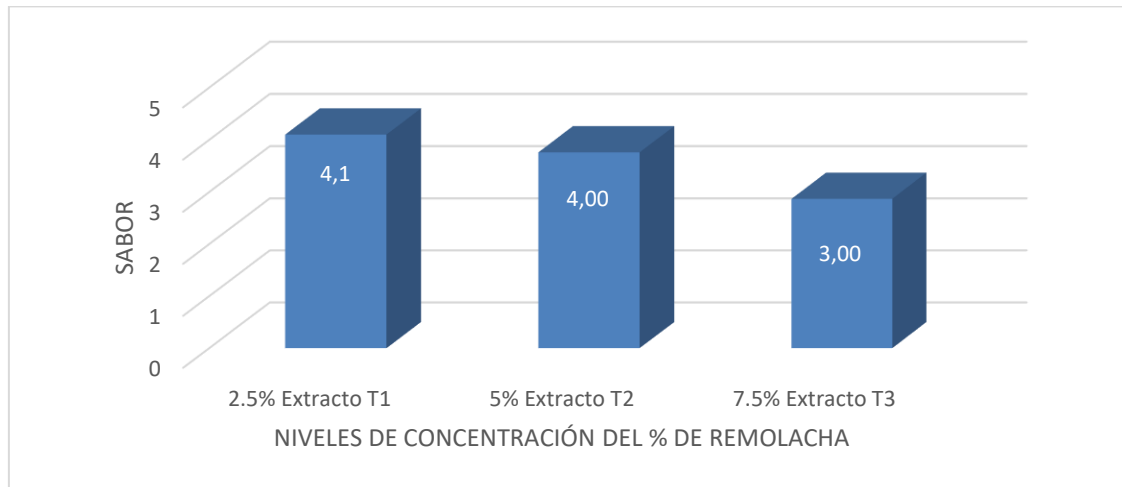


Ilustración 4-7: Análisis sensorial del sabor bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha.

Realizado por: (Gallardo, 2023)

Con referente al sabor, la aceptabilidad del producto presentó diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Es decir que los niveles de 2.5%, 5% y 7.5% presentan un efecto significativo en los resultados como se puede visualizar en la ilustración 4-7, Con esto se presenta que tratamiento con 2.5% de extracto de remolacha y 5% de extracto de remolacha tuvo mayor valoración y aceptación entre los participantes.

Al realizar la prueba estadística de Kruskal- Wallis se determinó que el atributo de sabor es estadísticamente significativo, es decir la preferencia de las personas depende del sabor de la bebida. Dando así una mayor ponderación al tratamiento 1 de 2.5% de extracto de remolacha con un valor de 4 puntos correspondientes a la escala hedónica “me gusta moderadamente”, lo cual hace notar que este tratamiento es el mejor calificado debido a que la adicción de menos extracto de remolacha aporta menos acidez y este presenta mejores condiciones en el atributo del sabor de la bebida, mientras que en el resultado del tratamiento 3, se hace referencia a mayor porcentaje de extracto de remolacha se aumenta los porcentajes de acidez y la disminución de los porcentaje de grasa, generando así una gran cambio en el sabor, dando a este tratamiento 3 con 7.5% de extracto de remolacha una menor ponderación, siendo este valorado con 3 puntos correspondiente a la escala hedónica de “ni me gusta ni me disgusta”. Al comparar estos resultados con los de (Tenorio, 2021, p. 44) titulado “diseño de un proceso industrial para obtención de bebida fermentada “kvas” a partir de remolacha (*Beta vulgaris*).” obtuvo que el 80% de los encuestados en relación al sabor es aceptable, mientras que un 20% no les gusto el producto, pero tampoco les disgusto.

4.4.2. Olor

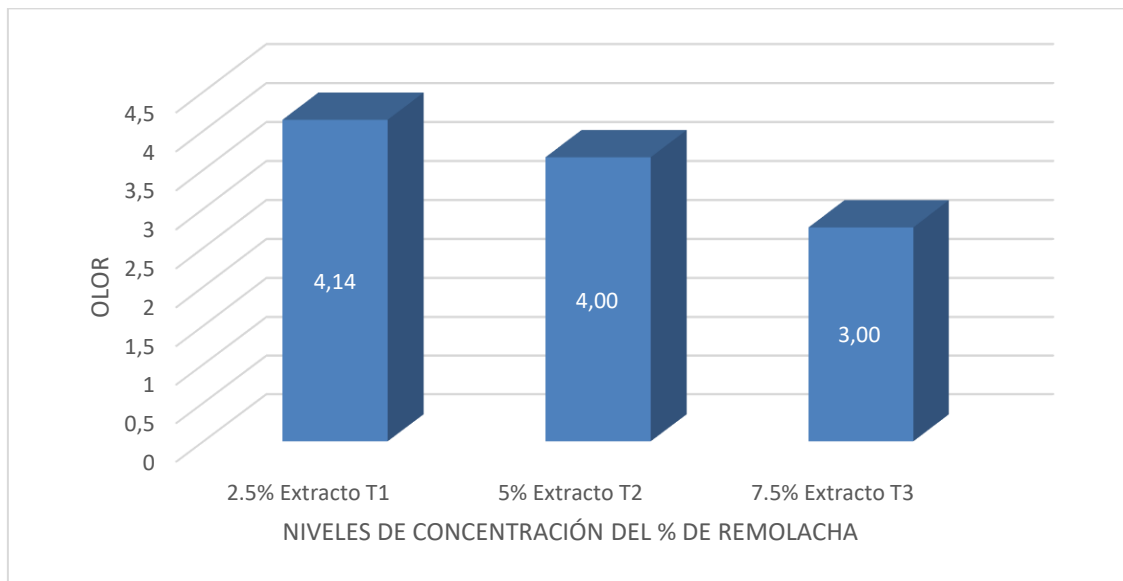


Ilustración 4-8: Análisis sensorial del olor bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha

Realizado por: (Gallardo, 2023)

La aceptabilidad del producto por el atributo del olor de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha presentó diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Es decir que los niveles de 2.5%, 5% y 7.5% presentan un efecto significativo en los resultados. Con esto se presenta que el tratamiento con 2.5% de extracto de remolacha tuvo mayor valoración y aceptación entre los participantes.

El mejor tratamiento para el atributo de olor es para el 2.5% de extracto de remolacha con una ponderación de 4 puntos correspondientes a la escala hedónica de “me gusta moderadamente”, dando a conocer que mientras menos extracto de remolacha se encuentra presente en la bebida probiótica tiene un mejor aspecto organoléptico, a su vez el tratamiento 2 con 5% de extracto de remolacha obtuvo una ponderación de 4 puntos correspondientes a la escala hedónica de “me gusta moderadamente”, siendo otra alternativa mejor ponderada, mientras que para el tratamiento 3 con 7.5% de extracto de remolacha presentó una ponderación de 3 puntos correspondientes a la escala hedónica de “ni me gusta, ni me disgusta”. Al realizar la prueba estadística de Kruskal-Wallis se determinó que el atributo de olor es estadísticamente significativo, es decir la preferencia de las personas depende del olor de la bebida. Este atributo se ve relacionado con los ingredientes, sean estos el lactosuero y el extracto de remolacha que pueden influir significativamente en el aroma final del producto, según (Brito et al., 2019, p. 68) en su investigación “Evaluación de la fermentación del lactosuero para la obtención de una bebida probiótica utilizando *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus Casei*” en el parámetro de olor permite

distinguir entre los gustos de las personas hacia las formulaciones realizadas y obtuvo que la preferencia de las personas dependen del olor de la bebida para ser aceptada, la cual guarda relación a los resultados obtenidos en esta investigación.

4.4.3. Color

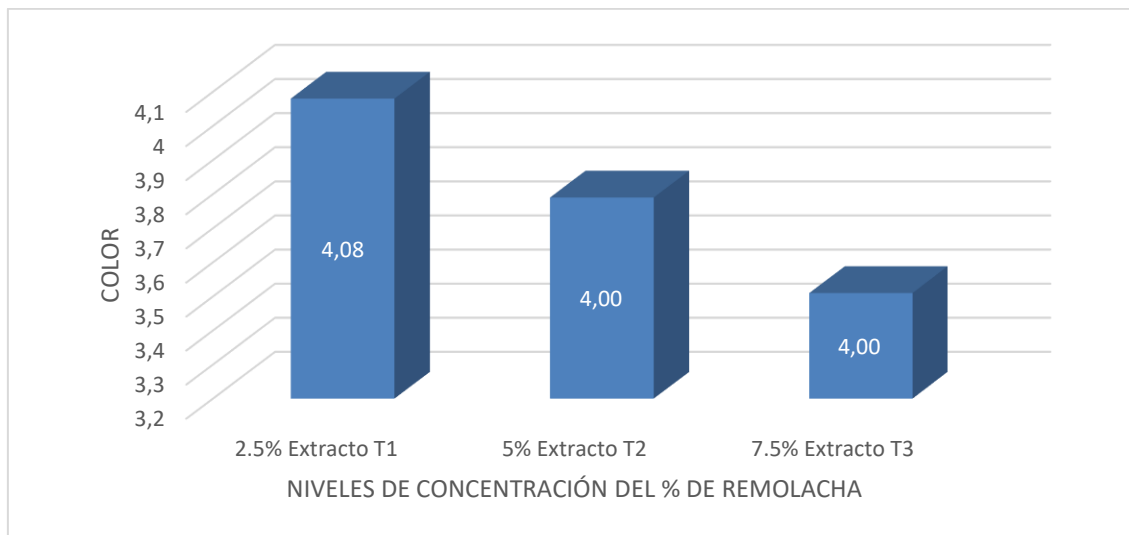


Ilustración 4-9: Análisis sensorial del color bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha

Realizado por: (Gallardo, 2023)

La aceptabilidad del producto por el atributo del color de la bebida probiótica de lactosuero y extracto de remolacha presento diferencias altamente significativas ($p < 0,01$). Con respecto a los resultados obtenidos el atributo de color en la bebida probiótica se puede observar en la ilustración 4-7 que la mejor opción es para el tratamiento 1 con 2.5% de extracto de remolacha obteniendo una ponderación de 4 puntos. A su vez se puede observar la menor ponderación para el tratamiento 3 con 7.5% de extracto de remolacha, ya que al tener mayor concentración de extracto de remolacha el color será más rojizo donde el color quizá no se vea tan atractivo para los posibles consumidores. De igual manera, al comparar este resultado en relación a los obtenidos por (Brito et al., 2019, p. 68) en su investigación “Evaluación de la fermentación del lactosuero para la obtención de una bebida probiótica utilizando *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus Casei*” en el parámetro de color obtuvo que al realizar la prueba estadística de Kruskal- Wallis determinó que el atributo del color de su bebida no depende del color según la opinión de sus encuestados.

4.5. Análisis Económico

El análisis económico detalla los costos, ingresos y la rentabilidad en los tres tratamientos con diferentes niveles de remolacha (T1: 2.5%, T2: 5% y T3: 7.5%) para la producción de una bebida probiótica. Los datos revelan un panorama distintivo en términos de eficiencia económica.

4.5.1 Costos de producción

En el análisis de costo de producción por tratamiento se calculó por cada litro de la bebida probiótica de lactosuero con diferentes niveles de extracto de remolacha azucarera identificándose que al emplear el 2,5% de pulpa de extracto de remolacha genera el costo de producción más bajo siendo este de \$ 3,16, mientras para el tratamiento en el que se utilizó el 7,5% de extracto de remolacha el costo de producción incrementó a \$ 5,45 respectivamente.

4.5.2 Beneficio/Costo

El índice de costo beneficio refleja una mínima diferencia, siendo 1,298 para T1, 1,299 para T2 y 1,301 para T3 por cada cinco unidades vendidas. Considerando la rentabilidad, el tratamiento T1 emerge como la opción más rentable, debido a su menor costo de producción por unidad y un índice de costo beneficio más alto en comparación con T2 y T3.

Tabla 4-7: Análisis económico de la bebida simbiótica de lactosuero con diferentes niveles de extracto de remolacha.

| Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total (\$) | 2,50% | 5% | 7,5% |
|---|----------|-----------------|-------------------|--------|--------|--------|
| Suero de leche (L) | 3,566 | 0,06 | 0,23 | 0,0732 | 0,0714 | 0,06 |
| Extracto de remolacha (L) | 0,184 | 0,05 | 0,0093 | 0,0015 | 0,0031 | 0,0045 |
| <i>Lactobacillus casei</i> (Kg) | 0,00135 | 2000 | 3,93 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| Costos Indirectos de Fabricación | | | | | | |
| Envases de vidrio | 15 | 0,29 | 4,35 | 1,45 | 1,45 | 1,45 |
| Gas (Cilindro) | 0,7 | 0,239 | 0,1673 | 0,03 | 0,05 | 0,08 |
| Agua (L) | 10 | 0,03 | 0,3 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Mano de obra (h) | 3 | 2,81 | 8,43 | 1,405 | 2,81 | 4,215 |
| Total, Egresos | | | 17,42 | 3,96 | 5,39 | 6,82 |
| Cantidad de producto (L) | | | | 1,25 | 1,25 | 1,25 |
| Costo de Producción dólares /Litro | | | | 3,16 | 4,31 | 5,45 |
| PVP de la bebida Probiótica | | | | 4,11 | 5,61 | 7,10 |
| TOTAL, INGRESOS | | | | 5,14 | 7,00 | 8,87 |
| BENEFICIO / COSTO | | | | 1,298 | 1,299 | 1,301 |

Realizado por: (Gallardo, 2023)

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Al realizar los análisis respectivos de la bebida probiótica con niveles de (2,5 %, 5% y 7,5%) de extracto de remolacha azucarera se determinó que el tratamiento 1 en el que se utilizó el 2,5% de extracto de remolacha presenta las mejoras características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas.
- Al determinar el crecimiento de las bacterias ácidos lácticas en los niveles (2,5 % , 5% y 7,5%) de extracto de remolacha azucarera se reportó que no existió diferencias significativas ($p>0.05$), La obtención de la bebida probiótica se llevó a cabo utilizando *Lactobacillus Casei*, donde alcanzó un valor máximo de pH 3.5, lo cual se menciona es un medio moderado para el crecimiento de bacterias probióticas, Mencionando que en el nivel 2,5 % de extracto de remolacha azucarera se obtuvo un valor de 1.23×10^6 UFC/ml de bacterias ácido lácticas.
- Se calculó el costo de producción de la bebida probiótica, en donde se determinó que el nivel el 2,5 % de extracto de remolacha azucarera generó el costo de producción más bajo con un valor de \$3,16 obteniendo una relación beneficio/costo de \$1,29 es decir que por cada dólar invertido se obtuvo una rentabilidad de 0,29 ctvs.

5.2. Recomendaciones

- Elaborar una bebida probiótica con lactosuero y extracto de remolacha azucarera utilizando el nivel 2,5 % de extracto de remolacha ya que presenta mejores características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas
- Se considera la adición de endulzantes naturales, específicamente la estevia en el desarrollo de futuras formulaciones de bebidas probióticas, esto con el fin de potenciar su perfil organoléptico, por ende, mejorar su aceptabilidad y aceptación entre los consumidores.
- Continuar con la investigación de bebidas probióticas, utilizando lactosuero y extracto de remolacha como componentes claves, para la creación de una normativa técnica ecuatoriana.

GLOSARIO

Lactosuero: El lactosuero es un líquido que queda al separar la coagulación del suero de la leche durante la producción de queso, contiene una gran parte de los sólidos de la leche como lactosa, proteína, minerales y grasa (Mazzorra et al., 2020, p. 2)

Probióticos: Los probióticos le ayudan a proteger al aparato digestivo de microorganismos nocivos que ayudan a mejorar la digestión y la función intestinal, además pueden proporcionar otros beneficios (National Institutes of Health, 2022, p.1)

Remolacha *Beta vulgaris*: La remolacha es una hortaliza muy dulce y llena de energía, se debe de consumir porque ayuda a controlar la tensión y protege el corazón, además es una variedad de remolacha que se utiliza comúnmente en la alimentación humana y que puede aportar color y nutrientes a la bebida (Garcia, 2020, p. 4)

Fermentación: La fermentación implica en utilizar los microorganismos para que puedan transformar la materia orgánica, catalizada por enzimas, en un alimento se considera fermentado cuando uno o más de sus componentes químicos son atacados por microorganismos que son considerados útiles (CEUPE, 2021, p.3)

Perfil nutricional: Un perfil nutricional está compuesto por nutrientes en un alimento, como proteínas, vitaminas y minerales (Donovan, 2021, p. 1)

Endulzantes naturales: Un endulzante son aquellas sustancias dulces, como miel o jarabe de arce, que se utilizan en lugar de azúcares procesados, en esta categoría lo natural viene ganando terreno, siendo los endulzantes naturales favoritos para las personas (Lirola, 2023, p. 3)

Antioxidantes: Los antioxidantes frenan las reacciones de la oxidación en las células a partir de que se originan los nocivos radicales libres, además las sustancias que ayudan a prevenir o retrasar el daño celular causado por radicales libres, contribuyendo a la salud general (Vilaplana, 2007, p. 2)

BIBLIOGRAFÍA

1. **ALMEIDA ARTEAGA, Cristina Alexandra.** Conservación de la remolacha mínimamente procesada mediante técnicas de corte, precocción y envasado al vacío. *Tesis*. [En línea] julio de 2010. [Citado el: 08 de junio de 2023.] <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/866>.
2. **ARGUETA, Christian.** Innovación en la industria alimentaria, tendencias actuales. *blog*. [En línea] 23 de marzo de 2020. [Citado el: 07 de junio de 2023.] <https://www.pilarica.es/innovacion-industria-alimentaria/>.
3. **BRITO HEREDIA , Danya Silvana & VÁSCONEZ CASTILLO, Jean Carlo.** *Evaluación de la fermentación del lactosuero para la obtención de una bebida probiótica utilizando *Strptococcus thermophilus* y *lactobacillus casei**. Riobamba Ecuador : s.n., 2019.
4. **CAMACHO CHIRIBOGA, Margarita Estefanía.** Obtención de un concentrado proteico del suero de la leche de vaca utilizando tecnología. (*Trabajo de titulación*) (*Grado*) *Escuela Politécnica Nacional*. [En línea] Julio de 2009. [Citado el: 16 de junio de 2023.] <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1657/1/CD-2642.pdf>.
5. **CASIERRA POSADA, Fánor & PINTO CORREA, Jose Rogelio.** Crecimiento de la remolacha. [En línea] 2011. [Citado el: 06 de junio de 2023.] <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179922664005.0304-2847>.
6. **CEUPE.** ¿Qué es la fermentación? [En línea] 15 de agosto de 2021. [Citado el: 20 de noviembre de 2023.] <https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-fermentacion.html>.
7. **CORTEZ MORA, Jhoana Ximena & PATIÑO PORTILLA, Dennis Alejandra.** *Lactosuero: materia prima para la elaboración de productos con valor agregado*. 1, s.l. : CEI, 2022, Vol. 9, págs. 103-106.
8. **CORREIA CALPE, Esperanza, & otros.** Diseño de bebidas simbióticas vegetales en polvo. (*Trabajo de titulación*) (*Maestría*) *Universidad Politécnica de Valencia*. [En línea] Septiembre de 2013. [Citado el: 06 de Junio de 2023.] <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/33926/Trabajo%20Final.pdf>. 10251-33926.
9. **CREUS GIMENO, Eva.** Alimentos prebióticos y probióticos. *Artículo*. [En línea] mayo de 2004. [Citado el: 15 de junio de 2023.] <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-alimentos-prebioticos-probioticos-13061800.0212047X>.
10. **DONOVAN, Jason.** *Perfil nutricional y estrategias de publicidad en el empaque de alimentos procesados de trigo y maíz en la Ciudad de México*. Mexico : s.n., 2021. 0036-3634.
11. **ESPINOZA CASTILLO, Daniel David, & otros.** Aclimatación de 14 cultivares de remolacha (*Beta vulgaris* var. *conditiva*), en la ESPOCH, Macají, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. [En línea] 2019. [Citado el: 15 de junio de 2023.]

- <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/01/aclimatacion-cultivares-remolacha.html>. 2254-7630.
12. **ESTRADA, Alberto.** Efecto de los Probióticos *Lactobacillus acidophilus* y *bifidobacterium bifidum* en las Características Físico químicas y Sensoriales del yogur de fresa en zamorano. *Trabajo de titulación*. [En línea] Grado, 2005. [Citado el: 15 de junio de 2023.] <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/5463afd4-ae01-4e60-a9fb-9bdee9bf1eed/content>.
 13. **GARCIA MONTES, Noe, LOPEZ CISNEROS, Eugenio & Franco, Arturo DIAZ.** *Remolacha Azucarera como cultivo alternativo en el noreste de tamaulipas*. 3, Mexico : Agricultura, Sociedad y Desarrollo, septiembre de 2020, Vol. 17, págs. 547-568.
 14. **GARCIA, Virginia.** Remolacha. [En línea] 29 de septiembre de 2020. [Citado el: 20 de noviembre de 2023.] <https://www.cuerpamente.com/guia-alimentos/remolacha>.
 15. **GARROTE, Antonieta y BONET, Ramon.** *Probioticos*. 2, marzo de 2017, Elsevier, Vol. 31, págs. 13-16. 02139324.
 16. **GISBERT MARTI, Joanna.** *El efecto del zumo de remolacha sobre la presión arterial y el ejercicio físico: Revisión Sistemática*. 2, España : s.n., 2015, Revista Española de Nutrición Comunitaria, Vol. 21, págs. 20-29. 1135-3074.
 17. **GÓMEZ, Mónica Natalia & DUQUE CIFUENTES, Alba Lucía.** *Caracterización físicoquímica y contenido fenólico de la remolacha (*Beta vulgaris* L.) en fresco y sometida a tratamiento térmico*. 1, Armenia, Colombia : Revista Ion, 2018, Vol. 31, págs. 43-47. 2145-8480.
 18. **GUERRA RODRIGUEZ, Andrea & MARTINEZ, Fernanda.** *Responsabilidad social y gestión ambiental del agua, solución en la industria de lácteos de Ecuador*. 12, Ecuador : ALFA, 18 de diciembre de 2020, Investigación en Ciencias Agronomas y Veterinarias, Vol. 4, págs. 211-230. 2664-0902.
 19. **Guía Práctica de la Organización Mundial de Gastroenterología.** Probióticos y prebióticos. *Organización Mundial de Gastroenterología*. [En línea] Octubre de 2011. [Citado el: 07 de Junio de 2023.] <http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-spanish-2011.pdf>.
 20. **HUERTAS PARRA, Ricardor Adolfo.** *Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos*. 1, Cuca - Colombia : Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 01 de Junio de 2010, Revista de Facultad de Ciencias Agropecuarias, Vol. 8, págs. 93-105. 1909-9959.
 21. **HUERTAS PARRA, Ricardo Adolfo.** *Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos*. 1, Medellín : Universidad Nacional de Colombia, 2009, Vol. 62, págs. 4967-4982. 0304-2847.

22. **ICAZA CHÁVEZ, Maria Eugenia.** *Microbiota intestinal en la salud y la enfermedad.* 4, México : s.n., Diciembre de 2013, Revista de Gastroenterología de México, Vol. 78, págs. 240-248.
23. **INEN 12.** *Determinación del contenido de grasa.* Quito : s.n., 1973.
24. **INEN 13.** *Determinación de la acidez titulable.* Quito : Norma Técnica Ecuatoriana, 1984.
25. **INEN 1529-10.** *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y Levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad.* Quito : s.n., 2013.
26. **INEN 1529-7** *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias.* Quito : s.n., 2013.
27. **INEN 1529-8. 20.** *Control microbiológicos de alimentos. Determinación de Coliformes Fecales y Escherichia Coli.* Quito : s.n., 2012.
28. **INEN 16.** *Determinación de proteínas.* Quito : s.n., 2015.
29. **INEN 2609.** *Requisitos de bebidas de suero.* Quito : s.n., 2012.
30. **INEN 380.** *Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico.* Quito : s.n., 1985.
31. **INEN 389.** *Determinación de la concentración del ION HIDRÓGENO (pH).* Quito : Norma Técnica Ecuatoriana, 1985.
32. **IONITA, Elisabeta.** La producción de leche en Ecuador. *Artículo.* [En línea] Veterinaria Digital, 13 de junio de 2022. [Citado el: 08 de junio de 2023.] <https://www.veterinariadigital.com/articulos/la-produccion-de-leche-en-ecuador/#:~:text=La%20industria%20l%C3%A1ctea%20representa%20alrededor,el%20mismo%20mes%20del%202020..>
33. **JAIN, Priti, & otros.** *Effect of Process Conditions on the Physicochemical Properties of Fermented Beet Root Juice Powder Produced by Spray Drying.* 12, India : International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 2017, Vol. 6, págs. 4209-4216. 23197692.
34. **Lacteos Latam.** Industria láctea; clave para reactivación económica en Ecuador. *Artículo.* [En línea] Centro de la Industria Láctea del Ecuador, 07 de septiembre de 2022. [Citado el: 07 de septiembre de 2023.] [https://www.lacteoslatam.com/industria-lactea-clave-para-reactivacion-economica-en-ecuador/.](https://www.lacteoslatam.com/industria-lactea-clave-para-reactivacion-economica-en-ecuador/)
35. **LIROLA, Aida.** ENDULZANTES NATURALES. [En línea] 30 de junio de 2023. [Citado el: 20 de noviembre de 2023.] [https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/endulzantes-naturales/.](https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/endulzantes-naturales/)
36. **MANRIQUEZ, Juan Antonio.** La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos - su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. [En línea] marzo de 2022. [Citado el: 20 de noviembre de 2023.] <https://www.fao.org/3/ab482s/ab482s08.htm#:~:text=La%20digestibilidad%20es%20una%20forma,sustancias%20C3%BAtiles%20para%20la%20nutrici%C3%B3n..>

37. **MANZANO MAZORRA, Miguel Angel & HERNANDEZ MORENO, Jesus Martin.** *Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal.* 1, México : s.n., 03 de agosto de 2020, Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, Vol. 14, págs. 133-144. 2007-7521.
38. **MAÑOSA, Miriam.** Prebióticos ¿Qué son? Tipos de fibra y sus beneficios. *Lactoflora.* [En línea] 12 de febrero de 2018. [Citado el: 15 de junio de 2023.] <https://www.lactoflora.es/prebioticos-que-son-tipos-de-fibra-y-sus-beneficios/>.
39. **MARIÑO GARCÍA, Aneska, NUÑEZ VELÁZQUEZ, Magdalys & BARRETO PENIÉ, Jesús.** *Microbiota, probióticos, prebióticos y simbióticos.* 5, Cuba : CEDESA, 2016, Vol. 19, págs. 337 - 354.
40. **MASATS, Julián.** Remolacha. [En línea] 06 de Mayo de 2022. [Citado el: 14 de junio de 2023.] https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/remolach/remolach.htm.
41. **MAZORRA MANZANO, Miguel Angel & MORENO HERNANDEZ, Jesus Martin.** *Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal.* Victoria : s.n., 2019. 2007-7521.
42. **MAZZORRA MANZANO, Miguel Angel & MORENO HERNANDEZ, Jesus Martin.** *Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal.* Victoria : s.n., 2020. 2007-7521.
43. **MIAF.** Bebidas probióticas: Qué son y por qué recomiendan consumir fermentados. [Blog]. [En línea] Octubre de 01 de 2019. [Citado el: 06 de Junio de 2023.] <https://miafm.cienradios.com/bebidas-probioticas-que-son-y-por-que-recomiendan-consumir-fermentados/>.
44. **MIRANDA MIRANDA , Oscar, & otros.** *Características físico-químicas de sueros de queso dulce y ácido producidos en el Combinado de Quesos de Bayamo.* 1, s.l. : Revista Cubana de Alimentación y Nutrición, 01 de junio de 2009, Revista Cubana Aliment Nutr, Vol. 19, págs. 21-25. 1561-2929.
45. **MOLERO MÉNDEZ, Mónica, & otros.** *Calidad físico-química, microbiológica y vida útil de bebidas probióticas fermentadas a base de lactosuero.* Maracaibo, Venezuela : Revista Científica, 2017. págs. 265-269. 0798-2259.
46. **MOREIRAS, Olga, & otros.** *Tablas de composición de alimentos.* Madrid : Ediciones Pirámide, 2007. pág. 140. 84-368-1571-8.
47. **National Institutes of Health.** Probióticos. [En línea] 29 de noviembre de 2022. [Citado el: 20 de noviembre de 2023.] <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Probiotics-DatosEnEspanol/#:~:text=Cuando%20una%20persona%20come%20o,otros%20beneficios%20para%20la%20salud..>

48. **NTE INEN 2395. 2011.** Leches Fermentadas Requisitos. *NORMA TECNICA ECUATORIANA*. [En línea] 2011. [Citado el: 08 de junio de 2023.] <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>.
49. **NTE INEN 2594. 2011.** *Suero de leche liquido, Requisitos*. Quito : Norma Técnica Ecuatoriana, 2011.
50. **ORTIZ ÁVILA, Wscary Fabián, MAGRIGAL AMBRIZ, Laura Virginia & SALAZAR AGUILAR, Jorge Alberto.** *Aprovechamiento del lactosuero residual de empresas productores de queso en la región norte de Colima y sur de Jalisco para la elaboracion de una bebida fermentada de bajo grado alcohólico*. 3, s.l. : Revista Ra Ximhai, 2018, Vol. 14, págs. 39-50. 1665-0441.
51. **PALACIOS, Dania.** CULagos crea bebida con base en lactosuero. *Noticias*. [En línea] 12 de mayo de 2017. [Citado el: 15 de junio de 2023.] <https://www.udg.mx/es/noticia/culagos-crea-bebida-con-base-en-lactosuero#:~:text=%E2%80%9CCuando%20tiras%20el%20suero%20al,puede%20afectar%20lentamente%E2%80%9D%2C%20se%20C3%B1al%C3%B3..>
52. **PAREDES MONTOYA, Pedro, & otros.** *Características fisicoquímicas y microbiológicas de suero de leche de queso Chihuahua*. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México : Investigación y Cienciav, 2014. págs. 11-16. 1665-4412.
53. **RAMIREZ, Jose , y otros.** *Bacterias Lácticas: Importancia En Alimentos y Sus Efectos En La Salud*. 7, 2011, Revista Fuente, Vol. 16, págs. 115-135.
54. **RUIZ FUENTES, Alex Eulalia & PONS, Josefa.** La contaminación en la industria láctea. *Noticia* . [En línea] UABDIVULGA, 13 de diciembre de 2022. [Citado el: 08 de junio de 2023.] <https://www.uab.cat/web/detalle-noticia/la-contaminacion-en-la-industria-lactea-1345680342040.html?noticiaid=1345874333369#:~:text=El%20principal%20contaminant%20es%20el,se%20encuentran%20compuestos%20de%20f%C3%B3sforo..>
55. **SACA CAIZA, Liliana Esperanza.** Elaboracion de una bebida fermentada a partir del lactosuero y leche de chocho utilizando al kefir de agua como fermento. *Tesis*. [En línea] febrero de 2019. [Citado el: 18 de junio de 2023.] <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6152/6/PC-000665.pdf>.
56. **SANCHEZ AMARAL, José.** Beneficios de La Remolacha Fermentada. *[Blog]*. [En línea] 18 de Noviembre de 2018. [Citado el: 15 de junio de 2023.] <https://es.scribd.com/document/393500529/Beneficios-de-La-Remolacha-Fermentada#>.
57. **SANCHEZ, Pedro.** Probiótico y prebiótico. *Blog*. [En línea] 25 de mayo de 2021. [Citado el: 15 de junio de 2023.] <https://somos.shop/blogs/blog/probiotico-y-prebiotico-cual-debo-de-consumir#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20mejor%2C%20tomar%20probi%C3%B3ticos,los%20beneficios%20para%20la%20salud..>

- 58. SARANGO, Jhonatan.** Remolacha: Conoce sus propiedades y beneficios. *BLOG*. [En línea] 13 de julio de 2020. [Citado el: 08 de junio de 2023.] [https://deliciaskitchen.com/remolacha/#:~:text=Carbohidratos%3A%209%2C56%20gramos%20\(,3%25%20de%20la%20RDA\).](https://deliciaskitchen.com/remolacha/#:~:text=Carbohidratos%3A%209%2C56%20gramos%20(,3%25%20de%20la%20RDA).)
- 59. TENORIO PEREA, Raquel Marlene.** "Diseño de un proceso industrial para obtención de bebida fermentada "KVAS" a partir de remolacha (*Beta vulgaris*)". (*Trabajo de titulación*) (*Grado*) *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. [En línea] 2021. [Citado el: 15 de junio de 2023.] <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/14958/1/96T00618.pdf>.
- 60. VILAPLANA, Motse.** Antioxidantes presentes en los alimentos. Vitaminas, minerales y suplementos. [En línea] 2007. [Citado el: 20 de NOVIEMBRE de 2023.] <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-antioxidantes-presentes-alimentos-vitaminas-minerales-13112893#:~:text=Lo%20que%20hacen%20los%20antioxidantes,tumores%20y%20de%20enfermedades%20neurodegenerativas..>
- 61. World Gastroenterology Organization (WGO).** Probióticos y prebióticos. *Guías Mundiales de la Organización Mundial de Gastroenterología*. [En línea] mayo de 2020. [Citado el: 07 de Junio de 2023.] <http://www.worldgastroenterology.org/probiotics-prebiotics.html>.
- 62. ZERATSKY, Katherine.** ¿Qué son los probióticos y los prebióticos? *Blog*. [En línea] 22 de septiembre de 2022. [Citado el: 15 de junio de 2023.] [https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/expert-answers/probiotics/faq-20058065#:~:text=Los%20prebi%3B%20son%20alimentos%20\(generalmente,el%20equilibrio%20de%20estos%20microorganismos..](https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/expert-answers/probiotics/faq-20058065#:~:text=Los%20prebi%3B%20son%20alimentos%20(generalmente,el%20equilibrio%20de%20estos%20microorganismos..)



ANEXOS

ANEXO A. RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DE SUERO DE LECHE

| Parámetros | Suero | Unidad |
|------------------------|-------|--------|
| pH | 6.0 | - |
| Ácido Láctico (Acidez) | 0.44 | % |
| Sólidos Solubles | 6.30 | °Brix |
| Proteína | 0.84 | % |
| Cenizas | 0.70 | % |
| Grasa | 0.28 | % |

ANEXO B. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE SUERO DE LECHE

| Parámetro | Suero | Unidad |
|------------------------|----------|-----------------------------|
| Coliformes totales | Ausencia | UFC/g |
| Escherichia Coli | Ausencia | UFC/g |
| Mohos | Ausencia | UFC/g |
| Levaduras | Ausencia | UFC/g |
| Staphylococcus aureus | Ausencia | UFC/g |
| Salmonella | Ausencia | Salmonella / 25 g |
| Listeria monocytogenes | Ausencia | listeria monocytogenes /25g |

ANEXO C. RESULTADOS FISIQUÍMICOS DE LA BEBIDA PROBIÓTICA

| Niveles de remolacha | pH | Acidez | S. Solubles | Grasa | Proteína |
|----------------------|------|--------|-------------|-------|----------|
| 2.50% | 3.30 | 0.19 | 4.22 | 0.26 | 0.98 |
| 2.50% | 3.35 | 0.20 | 4.00 | 0.24 | 1.09 |
| 2.50% | 3.30 | 0.19 | 4.20 | 0.26 | 1.05 |
| 2.50% | 3.25 | 0.18 | 4.50 | 0.28 | 0.87 |
| 2.50% | 3.35 | 0.20 | 4.05 | 0.25 | 1.08 |
| 5% | 3.40 | 0.22 | 3.95 | 0.21 | 1.14 |
| 5% | 3.46 | 0.23 | 3.80 | 0.18 | 1.15 |
| 5% | 3.42 | 0.22 | 3.85 | 0.19 | 1.16 |
| 5% | 3.38 | 0.20 | 3.90 | 0.20 | 1.12 |
| 5% | 3.35 | 0.19 | 4.00 | 0.23 | 1.09 |
| 7.50% | 3.50 | 0.26 | 3.50 | 0.15 | 2.18 |
| 7.50% | 3.45 | 0.23 | 3.82 | 0.18 | 2.14 |
| 7.50% | 3.47 | 0.25 | 3.78 | 0.16 | 2.16 |
| 7.50% | 3.45 | 0.24 | 3.81 | 0.18 | 2.13 |
| 7.50% | 3.44 | 0.23 | 3.83 | 0.19 | 2.14 |

ANEXO D. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DE LA BEBIDA PROBIÓTICA

| Niveles de remolacha | Repetición | Coliformes Totales | Escherichia Coli | Mohos | Levaduras |
|-----------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------------|--------------|------------------|
| 2.50% | 1 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 2.50% | 2 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 2.50% | 3 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 2.50% | 4 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 2.50% | 5 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 5% | 1 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 5% | 2 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 5% | 3 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 5% | 4 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 5% | 5 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 7.50% | 1 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 7.50% | 2 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 7.50% | 3 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 7.50% | 4 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |
| 7.50% | 5 | Ausencia | Ausencia | Ausencia | Ausencia |

ANEXO E. RESULTADOS DEL RECUENTO DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS

| Código | Repeticiones | Bacterias | Extracto de remolacha | BACTERIAS PROBIOTICAS | |
|---------------|---------------------|------------------|------------------------------|------------------------------|----------|
| T1 | 2.50% | 1152 | 2.50% | 1153036.8 | 1.15E+06 |
| | 2.50% | 1156 | 2.50% | 1157040.4 | 1.16E+06 |
| | 2.50% | 1228 | 2.50% | 1229105.2 | 1.23E+06 |
| | 2.50% | 1254 | 2.50% | 1255128.6 | 1.26E+06 |
| | 2.50% | 1349 | 2.50% | 1350214.1 | 1.35E+06 |
| T2 | 5% | 1044 | 5% | 1044939.6 | 1.04E+06 |
| | 5% | 1108 | 5% | 1108997.2 | 1.11E+06 |
| | 5% | 1216 | 5% | 1217094.4 | 1.22E+06 |
| | 5% | 1238 | 5% | 1239114.2 | 1.24E+06 |
| | 5% | 1244 | 5% | 1245119.6 | 1.25E+06 |
| T3 | 7.50% | 1043 | 7.5% | 1043938.7 | 1.04E+06 |
| | 7.50% | 1125 | 7.5% | 1126012.5 | 1.13E+06 |
| | 7.50% | 1142 | 7.50% | 1143027.8 | 1.14E+06 |
| | 7.50% | 1155 | 7.5% | 1156039.5 | 1.16E+06 |
| | 7.50% | 1158 | 7.5% | 1159042.2 | 1.16E+06 |

ANEXO F. ANÁLISIS DE VARIANZA DE pH

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| pH | 15 | 0.78 | 0.75 | 1.08 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------------------|------|----|----------|-------|---------|
| Modelo | 0.06 | 2 | 0.03 | 21.76 | 0.0001 |
| Niveles de remolacha | 0.06 | 2 | 0.03 | 21.76 | 0.0001 |
| Error | 0.02 | 12 | 1.30E-03 | | |
| Total | 0.07 | 14 | | | |

Test: Tukey Alfa= 0.05 DMS= 0.06192

Error: 0.0013 gl: 12

| Niveles de remolacha | Medias | n | E.E. | |
|----------------------|--------|---|------|---|
| 7.50% | 3.46 | 5 | 0.02 | A |
| 5.00% | 3.40 | 5 | 0.02 | A |
| 2.50% | 3.31 | 5 | 0.02 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO G. ANÁLISIS DE VARIANZA DE ACIDEZ TOTAL

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Acidez | 15 | 0.76 | 0.72 | 6.05 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------------------|-------|----|---------|-------|---------|
| Modelo | 0.01 | 2 | 0.0032 | 18.63 | 0.0002 |
| Niveles de remolacha | 0.01 | 2 | 0.0032 | 18.63 | 0.0002 |
| Error | 0.002 | 12 | 0.00017 | | |
| Total | 0.01 | 14 | | | |

Test: Tukey Alfa= 0.05 DMS= 0.02200

Error: 0.0002 gl: 12

| Niveles de remolacha | Medias | n | E.E. | |
|----------------------|--------|---|------|---|
| 7.50% | 0.24 | 5 | 0.01 | A |
| 5.00% | 0.21 | 5 | 0.01 | B |
| 2.50% | 0.19 | 5 | 0.01 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO H. ANÁLISIS DE VARIANZA DE SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|--------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Sólidos solubles (°Brix) | 15 | 0.67 | 0.61 | 3.70 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------------------|------|----|------|-------|---------|
| Modelo | 0.51 | 2 | 0.26 | 12.05 | 0.0013 |
| Niveles de remolacha | 0.51 | 2 | 0.26 | 12.05 | 0.0013 |
| Error | 0.26 | 12 | 0.02 | | |
| Total | 0.77 | 14 | | | |

Test: Tukey Alfa= 0.05 DMS= 0.24645

Error: 0.0213 gl: 12

| Niveles de remolacha | Medias | n | E.E. | |
|----------------------|--------|---|------|---|
| 2.50% | 4.19 | 5 | 0.07 | A |
| 5.00% | 3.9 | 5 | 0.07 | B |
| 7.50% | 3.75 | 5 | 0.07 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO I. ANÁLISIS DE VARIANZA DE GRASA

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Grasa | 15 | 0.85 | 0.82 | 8.04 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------------------|--------|----|---------|-------|---------|
| Modelo | 0.02 | 2 | 0.01 | 33.23 | <0.0001 |
| Niveles de remolacha | 0.02 | 2 | 0.01 | 33.23 | <0.0001 |
| Error | 0.0034 | 12 | 0.00029 | | |
| Total | 0.02 | 14 | | | |

Test: Tukey Alfa= 0.05 DMS= 0.02857

Error: 0.0003 gl: 12

| Niveles de remolacha | Medias | n | E.E. | |
|----------------------|--------|---|------|---|
| 2.50% | 0.26 | 5 | 0.01 | A |
| 5.00% | 0.2 | 5 | 0.01 | B |
| 7.50% | 0.17 | 5 | 0.01 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO J. ANÁLISIS DE VARIANZA DE PROTEÍNA

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Proteína | 15 | 0.99 | 0.99 | 3.93 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|----------------------|------|----|--------|--------|---------|
| Modelo | 3.90 | 2 | 1.95 | 615.99 | <0.0001 |
| Niveles de remolacha | 3.90 | 2 | 1.95 | 615.99 | <0.0001 |
| Error | 0.04 | 12 | 0.0032 | | |
| Total | 3.94 | 14 | | | |

Test: Tukey Alfa= 0.05 DMS= 0.09495

Error: 0.0032 gl: 12

| Niveles de remolacha | Medias | n | E.E. | |
|----------------------|--------|---|------|---|
| 7.50% | 2.15 | 5 | 0.03 | A |
| 5.00% | 1.13 | 5 | 0.03 | B |
| 2.50% | 1.01 | 5 | 0.03 | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO K. ANÁLISIS DE VARIANZA DE BACTERIAS ÁCIDOS LÁCTICAS

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| Bal | 15 | 0.28 | 0.17 | 6.37 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-----------------------|----------------|----|----------------|------|---------|
| Modelo. | 26801911723.86 | 2 | 13400955861.93 | 2.39 | 0.1339 |
| Extracto de remolacha | 26801911723.86 | 2 | 13400955861.93 | 2.39 | 0.1339 |
| Error | 67335039643.34 | 12 | 5611253303.61 | | |
| Total | 94136951367.20 | 14 | | | |

Test: Tukey Alfa= 0.05 DMS= 126393,15735

Error: 5611253303,6117 gl: 12

| Niveles de remolacha | Medias | n | E.E. | |
|----------------------|------------|---|----------|---|
| 2.50% | 1228905.02 | 5 | 33500.01 | A |
| 5.00% | 1171053.00 | 5 | 33500.01 | A |
| 7.50% | 1125612.14 | 5 | 33500.01 | A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO L. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE pH

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | | | | | | | | |
|--|-------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.878901532 | | | | | | | |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.772467903 | | | | | | | |
| R ² ajustado | 0.754965434 | | | | | | | |
| Error típico | 0.036176207 | | | | | | | |
| Observaciones | 15 | | | | | | | |

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------|---------------------------|
| Regresión | 1 | 0.05776 | 0.05776 | 44.134796 | 24 |
| Residuos | 13 | 0.017013333 | 0.001308718 | | 1.60424E-05 |
| Total | 14 | 0.074773333 | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95,0%</i> | <i>Superior 95,0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 3.23933 | 0.02471 | 131.077 | 1.11528 | 3.18594 | 3.29272 | 3.185944 | 3.292722 |
| Variable X 1 | 0.0304 | 0.00457 | 6.64340 | 1.60424 | 0.02051 | 0.04028 | 0.020514 | 0.040285 |

ANEXO M. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE ACIDEZ TOTAL

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | | | | | | | | |
|--|-------------|--|--|--|--|--|--|--|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.863954395 | | | | | | | |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.746417197 | | | | | | | |
| R ² ajustado | 0.726910828 | | | | | | | |
| Error típico | 0.012780193 | | | | | | | |
| Observaciones | 15 | | | | | | | |

ANÁLISIS DE VARIANZA

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------|---------------------------|
| Regresión | 1 | 0.00625 | 0.00625 | 38.265306 | 12 |
| Residuos | 13 | 0.002123333 | 0.000163333 | | 3.29244E-05 |
| Total | 14 | 0.008373333 | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95,0%</i> | <i>Superior 95,0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 0.16533 | 0.00873 | 18.9373 | 7.55563 | 0.14647 | 0.18419 | 0.146472 | 0.184194 |
| Variable X 1 | 0.01 | 0.00161 | 6.18589 | 3.29244 | 0.00650 | 0.01349 | 0.006507 | 0.013492 |

ANEXO N. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX)

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | |
|--|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.803587516 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.645752896 |
| R ² ajustado | 0.618503119 |
| Error típico | 0.144861561 |
| Observaciones | 15 |

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------|---------------------------|
| | | | | 23.697547 | |
| Regresión | 1 | 0.49729 | 0.49729 | 7 | 0.00030711 |
| Residuos | 13 | 0.27280333 | 0.02098487 | | |
| Total | 14 | 0.77009333 | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95,0%</i> | <i>Superior 95,0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 4.393333333 | 0.09895929 | 44.3953623 | 1.3949E-15 | 4.17954479 | 4.60712187 | 4.17954479 | 4.60712187 |
| Variable X 1 | -0.0892 | 0.0183237 | 4.8680127 | 0.00030711 | 0.1287859 | 0.0496141 | 0.1287859 | 0.0496141 |

ANEXO O. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE GRASA

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | |
|--|------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.90665392 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.82202134 |
| R ² ajustado | 0.80833067 |
| Error típico | 0.01754847 |
| Observaciones | 15 |

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------|---------------------------|
| Regresión | 1 | 0.01849 | 0.01849 | 60.0424646 | 3.1659E-06 |
| Residuos | 13 | 0.00400333 | 0.00030795 | | |
| Total | 14 | 0.02249333 | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95,0%</i> | <i>Superior 95,0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 0.29666667 | 0.01198789 | 24.7472053 | 2.5472E-12 | 0.27076841 | 0.32256492 | 0.27076841 | 0.32256492 |
| Variable X 1 | -0.0172 | 0.00221973 | 7.7487073 | 3.1659E-06 | 0.0219954 | 0.0124046 | 0.0219954 | 0.0124046 |

ANEXO P. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE PROTEÍNA

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | |
|--|------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.99516505 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.99035347 |
| R ² ajustado | 0.98874571 |
| Error típico | 0.05627314 |
| Observaciones | 15 |

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------|---------------------------|
| Regresión | 2 | 3.90124 | 1.95062 | 615.985263 | 8.06E-13 |
| Residuos | 12 | 0.038 | 0.00316667 | | |
| Total | 14 | 3.93924 | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95,0%</i> | <i>Superior 95,0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 1.796 | 0.10969655 | 16.3724382 | 1.4225E-09 | 1.556991747 | 2.03500825 | 1.55699175 | 2.03500825 |
| Variable X 1 | -0.4928 | 0.04982637 | 9.8903462 | 4.0339E-07 | 0.601362324 | 0.3842377 | 0.6013623 | -0.3842377 |
| Variable X 2 | 0.072 | 0.00493153 | 14.5999279 | 5.2922E-09 | 0.061255117 | 0.08274488 | 0.0612551 | 0.0827448 |

ANEXO Q. ANÁLISIS DE REGRESIÓN DE BACTERIAS ÁCIDOS LÁCTICAS

| <i>Estadísticas de la regresión</i> | |
|--|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple | 0.532304731 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.283348327 |
| R ² ajustado | 0.228221275 |
| Error típico | 71.97335689 |
| Observaciones | 15 |

| | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------|---------------------------|
| Regresión | 1 | 26625.6 | 26625.6 | 5.13991439 | 0.04108543 |
| Residuos | 13 | 67342.1333 | 5180.1641 | | |
| Total | 14 | 93967.7333 | | | |

| | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95,0%</i> | <i>Superior 95,0%</i> |
|--------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción | 1277.33333 | 49.167163 | 25.9793988 | 1.3703E-12 | 1171.11414 | 1383.55253 | 1171.114 | 1383.55253 |
| Variable X 1 | -20.64 | 9.10398955 | 2.2671379 | 0.04108543 | 40.307974 | 0.9720263 | 40.30797 | 0.9720263 |

ANEXO R. ENCUESTA DE ACEPTACIÓN DE LA BEBIDA PROBIÓTICA

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

"ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BEBIDA PROBIÓTICA CON LACTOSUERO) Y EXTRACTO DE REMOLACHA AZUCARERA (*Beta vulgaris*)"

DATOS:

Nombre:

Edad:

Fecha:

MUESTRA: "ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BEBIDA PROBIÓTICA CON LACTOSUERO Y EXTRACTO DE REMOLACHA AZUCARERA (*Beta vulgaris*)"

INSTRUCCIONES

A continuación, se le presenta a usted 3 muestras de Bebida Probiótica de lacto suero con diferentes niveles de 2.5%, 5% y 7.5% de extracto de remolacha. Por favor inicie la degustación, seleccione el nivel de agrado en base a la escala mostrada y coloque el puntaje que usted considere adecuado para evaluar los atributos de cada muestra.

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

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

| CARACTERISTICAS A EVALUAR | 201 | 320 | 403 |
|---------------------------|-----|-----|-----|
| Sabor | | | |
| Olor | | | |
| Color | | | |

GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN

ANEXO S. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL

| PANELISTAS | NIVELES DE REMOLACHA | SABOR | OLOR | COLOR |
|------------|----------------------|-------|------|-------|
| 1 | 2.5% | 4 | 5 | 5 |
| 2 | 2.5% | 4 | 4 | 3 |
| 3 | 2.5% | 4 | 4 | 3 |
| 4 | 2.5% | 3 | 4 | 4 |
| 5 | 2.5% | 4 | 4 | 4 |
| 6 | 2.5% | 5 | 4 | 5 |
| 7 | 2.5% | 5 | 4 | 5 |
| 8 | 2.5% | 3 | 5 | 5 |
| 9 | 2.5% | 4 | 2 | 5 |
| 10 | 2.5% | 4 | 3 | 5 |
| 11 | 2.5% | 4 | 4 | 3 |
| 12 | 2.5% | 4 | 3 | 4 |
| 13 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 14 | 2.5% | 4 | 3 | 2 |
| 15 | 2.5% | 4 | 3 | 3 |
| 16 | 2.5% | 4 | 3 | 3 |
| 17 | 2.5% | 3 | 4 | 4 |
| 18 | 2.5% | 5 | 4 | 5 |
| 19 | 2.5% | 3 | 4 | 5 |
| 20 | 2.5% | 3 | 4 | 4 |
| 21 | 2.5% | 5 | 4 | 5 |
| 22 | 2.5% | 5 | 4 | 3 |
| 23 | 2.5% | 5 | 5 | 5 |
| 24 | 2.5% | 4 | 5 | 5 |
| 25 | 2.5% | 5 | 4 | 4 |
| 26 | 2.5% | 4 | 3 | 3 |
| 27 | 2.5% | 5 | 4 | 4 |
| 28 | 2.5% | 5 | 3 | 5 |
| 29 | 2.5% | 3 | 5 | 5 |
| 30 | 2.5% | 4 | 3 | 5 |
| 31 | 2.5% | 4 | 3 | 5 |
| 32 | 2.5% | 4 | 5 | 5 |
| 33 | 2.5% | 4 | 4 | 3 |
| 34 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 35 | 2.5% | 4 | 5 | 4 |
| 36 | 2.5% | 4 | 4 | 5 |
| 37 | 2.5% | 4 | 5 | 3 |
| 38 | 2.5% | 3 | 5 | 3 |
| 39 | 2.5% | 5 | 4 | 5 |
| 40 | 2.5% | 4 | 5 | 4 |
| 41 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 42 | 2.5% | 5 | 5 | 5 |
| 43 | 2.5% | 4 | 4 | 4 |

| | | | | |
|----|------|---|---|---|
| 44 | 2.5% | 5 | 2 | 4 |
| 45 | 2.5% | 4 | 3 | 5 |
| 46 | 2.5% | 3 | 4 | 5 |
| 47 | 2.5% | 3 | 5 | 5 |
| 48 | 2.5% | 4 | 3 | 2 |
| 49 | 2.5% | 4 | 5 | 4 |
| 50 | 2.5% | 5 | 4 | 5 |
| 51 | 2.5% | 4 | 4 | 3 |
| 52 | 2.5% | 3 | 4 | 2 |
| 53 | 2.5% | 5 | 5 | 2 |
| 54 | 2.5% | 2 | 4 | 3 |
| 55 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 56 | 2.5% | 4 | 5 | 4 |
| 57 | 2.5% | 5 | 4 | 5 |
| 58 | 2.5% | 3 | 3 | 3 |
| 59 | 2.5% | 2 | 3 | 3 |
| 60 | 2.5% | 3 | 5 | 4 |
| 61 | 2.5% | 5 | 4 | 4 |
| 62 | 2.5% | 4 | 4 | 5 |
| 63 | 2.5% | 2 | 4 | 4 |
| 64 | 2.5% | 4 | 4 | 4 |
| 65 | 2.5% | 3 | 4 | 5 |
| 66 | 2.5% | 4 | 5 | 3 |
| 67 | 2.5% | 4 | 5 | 5 |
| 68 | 2.5% | 4 | 4 | 4 |
| 69 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 70 | 2.5% | 4 | 5 | 5 |
| 71 | 2.5% | 4 | 4 | 3 |
| 72 | 2.5% | 4 | 5 | 4 |
| 73 | 2.5% | 3 | 5 | 4 |
| 74 | 2.5% | 5 | 5 | 5 |
| 75 | 2.5% | 3 | 4 | 3 |
| 76 | 2.5% | 3 | 2 | 3 |
| 77 | 2.5% | 5 | 3 | 5 |
| 78 | 2.5% | 4 | 4 | 4 |
| 79 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 80 | 2.5% | 4 | 3 | 5 |
| 81 | 2.5% | 4 | 5 | 4 |
| 82 | 2.5% | 4 | 4 | 4 |
| 83 | 2.5% | 3 | 4 | 5 |
| 84 | 2.5% | 5 | 2 | 5 |
| 85 | 2.5% | 5 | 4 | 4 |
| 86 | 2.5% | 4 | 5 | 3 |
| 87 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 88 | 2.5% | 4 | 4 | 3 |
| 89 | 2.5% | 3 | 3 | 4 |

| | | | | |
|-----|------|---|---|---|
| 90 | 2.5% | 5 | 4 | 5 |
| 91 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 92 | 2.5% | 4 | 4 | 5 |
| 93 | 2.5% | 4 | 4 | 4 |
| 94 | 2.5% | 4 | 2 | 3 |
| 95 | 2.5% | 4 | 4 | 3 |
| 96 | 2.5% | 3 | 5 | 4 |
| 97 | 2.5% | 5 | 5 | 3 |
| 98 | 2.5% | 3 | 4 | 4 |
| 99 | 2.5% | 4 | 5 | 5 |
| 100 | 2.5% | 4 | 4 | 4 |
| 101 | 2.5% | 3 | 3 | 4 |
| 102 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 103 | 2.5% | 4 | 5 | 4 |
| 104 | 2.5% | 5 | 4 | 5 |
| 105 | 2.5% | 5 | 2 | 4 |
| 106 | 2.5% | 4 | 3 | 5 |
| 107 | 2.5% | 5 | 4 | 4 |
| 108 | 2.5% | 4 | 5 | 3 |
| 109 | 2.5% | 3 | 3 | 3 |
| 110 | 2.5% | 3 | 5 | 4 |
| 111 | 2.5% | 4 | 4 | 3 |
| 112 | 2.5% | 4 | 4 | 4 |
| 113 | 2.5% | 5 | 4 | 5 |
| 114 | 2.5% | 4 | 5 | 4 |
| 115 | 2.5% | 3 | 4 | 4 |
| 116 | 2.5% | 5 | 5 | 3 |
| 117 | 2.5% | 2 | 5 | 4 |
| 118 | 2.5% | 5 | 4 | 5 |
| 119 | 2.5% | 4 | 3 | 4 |
| 120 | 2.5% | 5 | 3 | 4 |
| 121 | 2.5% | 4 | 3 | 4 |
| 122 | 2.5% | 4 | 5 | 3 |
| 123 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 124 | 2.5% | 5 | 5 | 5 |
| 125 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 126 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 127 | 2.5% | 5 | 4 | 5 |
| 128 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 129 | 2.5% | 5 | 5 | 4 |
| 130 | 2.5% | 4 | 5 | 5 |
| 131 | 2.5% | 2 | 4 | 5 |
| 132 | 2.5% | 5 | 4 | 2 |
| 133 | 2.5% | 4 | 3 | 5 |
| 134 | 2.5% | 4 | 4 | 4 |
| 135 | 2.5% | 4 | 4 | 4 |

| | | | | |
|-------|------|---|---|---|
| 136 | 2.5% | 4 | 5 | 3 |
| 137 | 2.5% | 4 | 5 | 5 |
| 138 | 2.5% | 4 | 4 | 3 |
| 139 | 2.5% | 5 | 5 | 5 |
| 140 | 2.5% | 4 | 5 | 5 |
| 141 | 2.5% | 5 | 4 | 5 |
| 142 | 2.5% | 2 | 5 | 4 |
| 143 | 2.5% | 5 | 5 | 5 |
| 144 | 2.5% | 5 | 5 | 5 |
| 145 | 2.5% | 3 | 2 | 2 |
| 146 | 2.5% | 5 | 5 | 5 |
| 147 | 2.5% | 4 | 3 | 4 |
| 148 | 2.5% | 4 | 5 | 5 |
| 149 | 2.5% | 5 | 4 | 4 |
| 150 | 2.5% | 4 | 4 | 5 |
| <hr/> | | | | |
| 1 | 5% | 3 | 3 | 2 |
| 2 | 5% | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 5% | 5 | 4 | 4 |
| 4 | 5% | 3 | 2 | 3 |
| 5 | 5% | 4 | 4 | 4 |
| 6 | 5% | 2 | 2 | 4 |
| 7 | 5% | 2 | 3 | 4 |
| 8 | 5% | 5 | 2 | 2 |
| 9 | 5% | 5 | 3 | 3 |
| 10 | 5% | 3 | 4 | 5 |
| 11 | 5% | 3 | 3 | 4 |
| 12 | 5% | 3 | 4 | 4 |
| 13 | 5% | 3 | 4 | 2 |
| 14 | 5% | 4 | 3 | 3 |
| 15 | 5% | 5 | 4 | 3 |
| 16 | 5% | 4 | 4 | 4 |
| 17 | 5% | 4 | 3 | 4 |
| 18 | 5% | 3 | 3 | 4 |
| 19 | 5% | 4 | 4 | 4 |
| 20 | 5% | 4 | 3 | 3 |
| 21 | 5% | 5 | 5 | 5 |
| 22 | 5% | 4 | 5 | 5 |
| 23 | 5% | 4 | 4 | 3 |
| 24 | 5% | 5 | 5 | 5 |
| 25 | 5% | 4 | 3 | 5 |
| 26 | 5% | 3 | 5 | 4 |
| 27 | 5% | 3 | 4 | 4 |
| 28 | 5% | 3 | 2 | 4 |
| 29 | 5% | 4 | 3 | 2 |
| 30 | 5% | 5 | 4 | 3 |
| 31 | 5% | 4 | 3 | 5 |

| | | | | |
|----|----|---|---|---|
| 32 | 5% | 4 | 4 | 4 |
| 33 | 5% | 3 | 4 | 4 |
| 34 | 5% | 4 | 3 | 2 |
| 35 | 5% | 4 | 4 | 3 |
| 36 | 5% | 5 | 4 | 3 |
| 37 | 5% | 4 | 3 | 4 |
| 38 | 5% | 4 | 3 | 4 |
| 39 | 5% | 5 | 4 | 4 |
| 40 | 5% | 4 | 4 | 3 |
| 41 | 5% | 4 | 3 | 5 |
| 42 | 5% | 4 | 5 | 5 |
| 43 | 5% | 2 | 3 | 5 |
| 44 | 5% | 5 | 5 | 2 |
| 45 | 5% | 3 | 4 | 4 |
| 46 | 5% | 4 | 3 | 5 |
| 47 | 5% | 3 | 3 | 4 |
| 48 | 5% | 4 | 3 | 3 |
| 49 | 5% | 3 | 4 | 4 |
| 50 | 5% | 4 | 4 | 4 |
| 51 | 5% | 3 | 3 | 4 |
| 52 | 5% | 3 | 2 | 2 |
| 53 | 5% | 4 | 4 | 5 |
| 54 | 5% | 3 | 2 | 3 |
| 55 | 5% | 4 | 4 | 5 |
| 56 | 5% | 5 | 4 | 5 |
| 57 | 5% | 4 | 4 | 5 |
| 58 | 5% | 2 | 2 | 3 |
| 59 | 5% | 3 | 2 | 3 |
| 60 | 5% | 4 | 5 | 4 |
| 61 | 5% | 4 | 3 | 2 |
| 62 | 5% | 3 | 2 | 3 |
| 63 | 5% | 3 | 3 | 3 |
| 64 | 5% | 4 | 4 | 3 |
| 65 | 5% | 4 | 4 | 5 |
| 66 | 5% | 4 | 4 | 3 |
| 67 | 5% | 4 | 4 | 4 |
| 68 | 5% | 5 | 4 | 4 |
| 69 | 5% | 4 | 5 | 4 |
| 70 | 5% | 4 | 3 | 3 |
| 71 | 5% | 5 | 3 | 5 |
| 72 | 5% | 4 | 4 | 5 |
| 73 | 5% | 4 | 5 | 5 |
| 74 | 5% | 4 | 3 | 2 |
| 75 | 5% | 3 | 4 | 4 |
| 76 | 5% | 5 | 5 | 5 |
| 77 | 5% | 3 | 4 | 4 |

| | | | | |
|-----|----|---|---|---|
| 78 | 5% | 4 | 3 | 3 |
| 79 | 5% | 3 | 4 | 4 |
| 80 | 5% | 4 | 4 | 4 |
| 81 | 5% | 3 | 4 | 5 |
| 82 | 5% | 4 | 2 | 4 |
| 83 | 5% | 3 | 2 | 3 |
| 84 | 5% | 3 | 5 | 4 |
| 85 | 5% | 4 | 3 | 2 |
| 86 | 5% | 3 | 5 | 4 |
| 87 | 5% | 4 | 4 | 5 |
| 88 | 5% | 5 | 3 | 4 |
| 89 | 5% | 4 | 4 | 3 |
| 90 | 5% | 4 | 3 | 5 |
| 91 | 5% | 2 | 4 | 2 |
| 92 | 5% | 2 | 3 | 4 |
| 93 | 5% | 5 | 3 | 4 |
| 94 | 5% | 2 | 3 | 3 |
| 95 | 5% | 2 | 4 | 3 |
| 96 | 5% | 1 | 5 | 3 |
| 97 | 5% | 3 | 3 | 5 |
| 98 | 5% | 5 | 4 | 4 |
| 99 | 5% | 3 | 5 | 5 |
| 100 | 5% | 3 | 4 | 3 |
| 101 | 5% | 2 | 3 | 4 |
| 102 | 5% | 5 | 5 | 4 |
| 103 | 5% | 5 | 2 | 4 |
| 104 | 5% | 4 | 5 | 4 |
| 105 | 5% | 4 | 3 | 5 |
| 106 | 5% | 5 | 5 | 4 |
| 107 | 5% | 4 | 4 | 3 |
| 108 | 5% | 4 | 3 | 4 |
| 109 | 5% | 5 | 4 | 4 |
| 110 | 5% | 4 | 3 | 5 |
| 111 | 5% | 4 | 4 | 4 |
| 112 | 5% | 4 | 3 | 3 |
| 113 | 5% | 4 | 3 | 4 |
| 114 | 5% | 3 | 3 | 2 |
| 115 | 5% | 4 | 4 | 4 |
| 116 | 5% | 3 | 5 | 5 |
| 117 | 5% | 3 | 4 | 4 |
| 118 | 5% | 4 | 3 | 3 |
| 119 | 5% | 4 | 4 | 5 |
| 120 | 5% | 5 | 3 | 4 |
| 121 | 5% | 5 | 4 | 4 |
| 122 | 5% | 5 | 4 | 2 |
| 123 | 5% | 5 | 4 | 3 |

| | | | | |
|-----|----|---|---|---|
| 124 | 5% | 5 | 4 | 5 |
| 125 | 5% | 3 | 4 | 5 |
| 126 | 5% | 5 | 4 | 5 |
| 127 | 5% | 4 | 5 | 4 |
| 128 | 5% | 4 | 5 | 5 |
| 129 | 5% | 4 | 5 | 4 |
| 130 | 5% | 4 | 5 | 4 |
| 131 | 5% | 3 | 3 | 3 |
| 132 | 5% | 3 | 2 | 3 |
| 133 | 5% | 5 | 5 | 5 |
| 134 | 5% | 5 | 4 | 4 |
| 135 | 5% | 3 | 4 | 4 |
| 136 | 5% | 4 | 3 | 3 |
| 137 | 5% | 3 | 5 | 5 |
| 138 | 5% | 3 | 3 | 3 |
| 139 | 5% | 4 | 5 | 5 |
| 140 | 5% | 3 | 3 | 5 |
| 141 | 5% | 5 | 4 | 3 |
| 142 | 5% | 3 | 3 | 3 |
| 143 | 5% | 5 | 4 | 4 |
| 144 | 5% | 3 | 3 | 3 |
| 145 | 5% | 3 | 3 | 3 |
| 146 | 5% | 3 | 5 | 3 |
| 147 | 5% | 4 | 4 | 4 |
| 148 | 5% | 5 | 3 | 4 |
| 149 | 5% | 4 | 5 | 5 |
| 150 | 5% | 3 | 4 | 2 |

| | | | | |
|----|-------|---|---|---|
| 1 | 7.50% | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 7.50% | 1 | 1 | 3 |
| 3 | 7.50% | 2 | 3 | 4 |
| 4 | 7.50% | 3 | 3 | 3 |
| 5 | 7.50% | 3 | 3 | 3 |
| 6 | 7.50% | 4 | 4 | 4 |
| 7 | 7.50% | 1 | 2 | 4 |
| 8 | 7.50% | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 7.50% | 2 | 1 | 2 |
| 10 | 7.50% | 2 | 3 | 4 |
| 11 | 7.50% | 2 | 2 | 5 |
| 12 | 7.50% | 2 | 3 | 4 |
| 13 | 7.50% | 1 | 2 | 1 |
| 14 | 7.50% | 4 | 3 | 3 |
| 15 | 7.50% | 4 | 4 | 2 |
| 16 | 7.50% | 5 | 5 | 5 |
| 17 | 7.50% | 1 | 2 | 4 |
| 18 | 7.50% | 1 | 3 | 5 |
| 19 | 7.50% | 4 | 2 | 3 |

| | | | | |
|----|-------|---|---|---|
| 20 | 7.50% | 2 | 1 | 1 |
| 21 | 7.50% | 3 | 2 | 5 |
| 22 | 7.50% | 4 | 2 | 4 |
| 23 | 7.50% | 5 | 3 | 4 |
| 24 | 7.50% | 3 | 3 | 5 |
| 25 | 7.50% | 4 | 3 | 5 |
| 26 | 7.50% | 4 | 1 | 2 |
| 27 | 7.50% | 3 | 2 | 1 |
| 28 | 7.50% | 1 | 2 | 4 |
| 29 | 7.50% | 2 | 2 | 4 |
| 30 | 7.50% | 2 | 1 | 1 |
| 31 | 7.50% | 2 | 3 | 2 |
| 32 | 7.50% | 2 | 3 | 4 |
| 33 | 7.50% | 1 | 3 | 5 |
| 34 | 7.50% | 4 | 4 | 4 |
| 35 | 7.50% | 4 | 2 | 1 |
| 36 | 7.50% | 5 | 1 | 3 |
| 37 | 7.50% | 1 | 1 | 2 |
| 38 | 7.50% | 1 | 3 | 5 |
| 39 | 7.50% | 4 | 2 | 4 |
| 40 | 7.50% | 2 | 3 | 5 |
| 41 | 7.50% | 4 | 3 | 5 |
| 42 | 7.50% | 3 | 4 | 4 |
| 43 | 7.50% | 3 | 3 | 4 |
| 44 | 7.50% | 3 | 3 | 3 |
| 45 | 7.50% | 2 | 2 | 2 |
| 46 | 7.50% | 3 | 2 | 4 |
| 47 | 7.50% | 2 | 1 | 4 |
| 48 | 7.50% | 4 | 3 | 3 |
| 49 | 7.50% | 5 | 4 | 5 |
| 50 | 7.50% | 3 | 3 | 4 |
| 51 | 7.50% | 4 | 5 | 4 |
| 52 | 7.50% | 2 | 4 | 5 |
| 53 | 7.50% | 1 | 2 | 3 |
| 54 | 7.50% | 2 | 1 | 3 |
| 55 | 7.50% | 2 | 2 | 3 |
| 56 | 7.50% | 4 | 3 | 4 |
| 57 | 7.50% | 5 | 5 | 4 |
| 58 | 7.50% | 3 | 1 | 3 |
| 59 | 7.50% | 1 | 1 | 2 |
| 60 | 7.50% | 2 | 3 | 3 |
| 61 | 7.50% | 4 | 3 | 4 |
| 62 | 7.50% | 2 | 2 | 3 |
| 63 | 7.50% | 2 | 1 | 5 |
| 64 | 7.50% | 2 | 1 | 2 |
| 65 | 7.50% | 3 | 2 | 3 |

| | | | | |
|-----|-------|---|---|---|
| 66 | 7.50% | 3 | 3 | 2 |
| 67 | 7.50% | 1 | 3 | 2 |
| 68 | 7.50% | 2 | 3 | 3 |
| 69 | 7.50% | 2 | 4 | 2 |
| 70 | 7.50% | 2 | 2 | 4 |
| 71 | 7.50% | 2 | 1 | 4 |
| 72 | 7.50% | 1 | 1 | 3 |
| 73 | 7.50% | 4 | 3 | 5 |
| 74 | 7.50% | 4 | 2 | 4 |
| 75 | 7.50% | 5 | 3 | 4 |
| 76 | 7.50% | 1 | 3 | 5 |
| 77 | 7.50% | 1 | 4 | 2 |
| 78 | 7.50% | 4 | 3 | 4 |
| 79 | 7.50% | 2 | 3 | 4 |
| 80 | 7.50% | 4 | 2 | 3 |
| 81 | 7.50% | 3 | 2 | 5 |
| 82 | 7.50% | 3 | 1 | 4 |
| 83 | 7.50% | 3 | 3 | 4 |
| 84 | 7.50% | 2 | 4 | 5 |
| 85 | 7.50% | 3 | 3 | 3 |
| 86 | 7.50% | 2 | 3 | 3 |
| 87 | 7.50% | 4 | 4 | 3 |
| 88 | 7.50% | 5 | 3 | 4 |
| 89 | 7.50% | 3 | 3 | 4 |
| 90 | 7.50% | 4 | 4 | 3 |
| 91 | 7.50% | 2 | 4 | 5 |
| 92 | 7.50% | 2 | 2 | 5 |
| 93 | 7.50% | 5 | 3 | 3 |
| 94 | 7.50% | 2 | 3 | 3 |
| 95 | 7.50% | 2 | 2 | 2 |
| 96 | 7.50% | 1 | 1 | 2 |
| 97 | 7.50% | 3 | 4 | 3 |
| 98 | 7.50% | 5 | 4 | 4 |
| 99 | 7.50% | 3 | 4 | 5 |
| 100 | 7.50% | 3 | 3 | 3 |
| 101 | 7.50% | 2 | 2 | 4 |
| 102 | 7.50% | 5 | 5 | 4 |
| 103 | 7.50% | 3 | 4 | 2 |
| 104 | 7.50% | 2 | 3 | 4 |
| 105 | 7.50% | 3 | 3 | 4 |
| 106 | 7.50% | 2 | 4 | 3 |
| 107 | 7.50% | 4 | 4 | 5 |
| 108 | 7.50% | 5 | 2 | 3 |
| 109 | 7.50% | 3 | 3 | 3 |
| 110 | 7.50% | 4 | 3 | 3 |
| 111 | 7.50% | 2 | 2 | 4 |

| | | | | |
|-----|-------|---|---|---|
| 112 | 7.50% | 1 | 1 | 3 |
| 113 | 7.50% | 2 | 4 | 4 |
| 114 | 7.50% | 2 | 4 | 2 |
| 115 | 7.50% | 4 | 4 | 4 |
| 116 | 7.50% | 5 | 3 | 4 |
| 117 | 7.50% | 3 | 3 | 3 |
| 118 | 7.50% | 1 | 2 | 5 |
| 119 | 7.50% | 2 | 1 | 3 |
| 120 | 7.50% | 4 | 4 | 3 |
| 121 | 7.50% | 3 | 4 | 3 |
| 122 | 7.50% | 3 | 3 | 2 |
| 123 | 7.50% | 4 | 3 | 3 |
| 124 | 7.50% | 3 | 5 | 3 |
| 125 | 7.50% | 4 | 5 | 3 |
| 126 | 7.50% | 4 | 3 | 2 |
| 127 | 7.50% | 4 | 4 | 3 |
| 128 | 7.50% | 4 | 3 | 4 |
| 129 | 7.50% | 3 | 2 | 4 |
| 130 | 7.50% | 3 | 4 | 4 |
| 131 | 7.50% | 3 | 5 | 5 |
| 132 | 7.50% | 1 | 2 | 2 |
| 133 | 7.50% | 2 | 3 | 4 |
| 134 | 7.50% | 5 | 3 | 4 |
| 135 | 7.50% | 3 | 4 | 3 |
| 136 | 7.50% | 5 | 2 | 5 |
| 137 | 7.50% | 4 | 2 | 5 |
| 138 | 7.50% | 2 | 1 | 2 |
| 139 | 7.50% | 5 | 4 | 5 |
| 140 | 7.50% | 2 | 4 | 5 |
| 141 | 7.50% | 4 | 3 | 5 |
| 142 | 7.50% | 5 | 1 | 5 |
| 143 | 7.50% | 3 | 5 | 5 |
| 144 | 7.50% | 4 | 2 | 4 |
| 145 | 7.50% | 3 | 3 | 2 |
| 146 | 7.50% | 4 | 3 | 4 |
| 147 | 7.50% | 3 | 3 | 2 |
| 148 | 7.50% | 2 | 2 | 4 |
| 149 | 7.50% | 1 | 1 | 4 |
| 150 | 7.50% | 3 | 4 | 4 |

ANEXO T: PRUEBA KRUSKAL WALLIS DEL ATRIBUTO OLOR

Prueba de Kruskal Wallis

| Variable | Niveles de remolacha | N | Medias | D.E | Medianas | Promedio rangos | gl | C | H | p |
|----------|----------------------|-----|--------|------|----------|-----------------|----|------|--------|---------|
| OLOR | 2.50% | 150 | 4.14 | 0.85 | 4 | 297.15 | 2 | 0.93 | 107.29 | <0.0001 |
| OLOR | 5% | 150 | 3.66 | 0.88 | 4 | 236.55 | | | | |
| OLOR | 7,50% | 150 | 2.76 | 1.1 | 3 | 142.79 | | | | |

| Trat. | Ranks | | | | |
|-------|--------|---|---|---|--|
| 7,50% | 142.79 | A | | | |
| 5% | 236.55 | | B | | |
| 2.50% | 297.15 | | | C | |

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

ANEXO U. PRUEBA KRUSKAL WALLIS DEL ATRIBUTO SABOR

Prueba de Kruskal Wallis

| Variable | Niveles de remolacha | N | Medias | D.E | Medianas | Promedio rangos | gl | C | H | p |
|----------|----------------------|-----|--------|------|----------|-----------------|----|------|------|---------|
| SABOR | 2.50% | 150 | 4.1 | 0.82 | 4 | 283.49 | 2 | 0.93 | 79.1 | <0.0001 |
| SABOR | 5% | 150 | 3.76 | 0.89 | 4 | 240.52 | | | | |
| SABOR | 7,50% | 150 | 2.87 | 1.22 | 3 | 152.49 | | | | |

| Trat. | Ranks | | | | |
|-------|--------|---|---|---|--|
| 7,50% | 152.49 | A | | | |
| 5% | 240.52 | | B | | |
| 2.50% | 283.49 | | | C | |

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

ANEXO V. PRUEBA KRUSKAL WALLIS DEL ATRIBUTO COLOR

Prueba de Kruskal Wallis

| Variable | Niveles de remolacha | N | Medias | D.E | Medianas | Promedio rangos | gl | C | H | p |
|----------|----------------------|-----|--------|------|----------|-----------------|----|------|-------|---------|
| COLOR | 2.50% | 150 | 4.08 | 0.85 | 4 | 260.34 | 2 | 0.91 | 19.85 | <0.0001 |
| COLOR | 5% | 150 | 3.79 | 0.93 | 4 | 222.52 | | | | |
| COLOR | 7,50% | 150 | 3.51 | 1.1 | 4 | 193.64 | | | | |

| Trat. | Ranks | |
|-------|--------|---|
| 7,50% | 193.64 | A |
| 5% | 222.52 | A |
| 2.50% | 260.34 | B |

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

ANEXO W. TOMA DE MUESTRA Y FERMENTACIÓN DEL LACTOSUERO



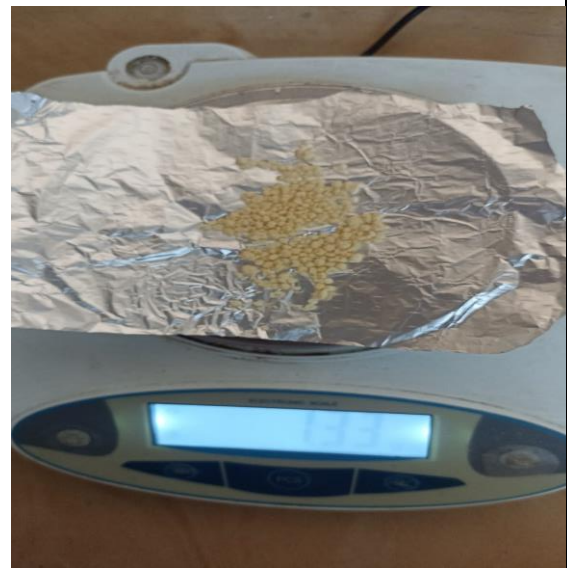
Recepción materia prima (Suero de leche)



Control de temperatura



Filtrado del suero de leche



Pesado del *Lactobacillus casei*



Agregación del *Lactobacillus casei*



Incubación del suero de leche



Control de pH

ANEXO X. PREPARACIÓN DE LA BEBIDA PROBIÓTICA Y ROTULADO DE LAS MUESTRAS



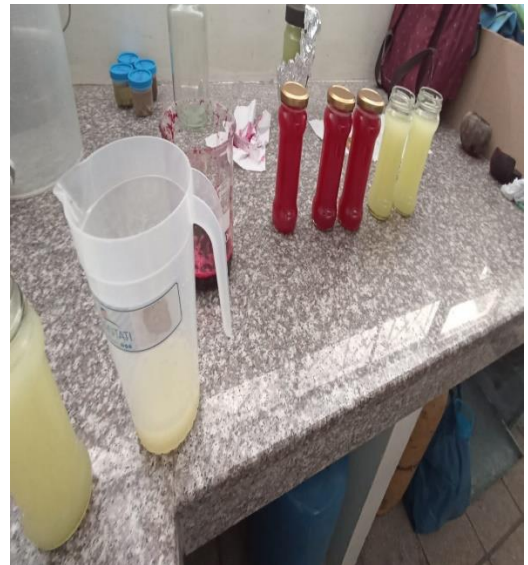
Corte y licuado de remolacha



Filtrado de remolacha



Esterilización de envases



Envasado



Determinación de acidez de la bebida



Determinación de sólidos solubles °Brix



Determinación de proteína de la bebida



Almacenamiento

ANEXO Y: PREPARACIÓN DE LAS DILUCIONES Y SEMBRADO EN PLACA DE LAS MUESTRAS



Preparación de agares



Preparación de disoluciones



Preparación de análisis microbiológicos



Recuento de bacterias ácido lácticas

ANEXO Z: ENCUESTA DE ACEPTACIÓN DE LA BEBIDA PROBIÓTICA



Aplicación de prueba sensorial de la bebida

FECHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

"ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BEBIDA PROBIÓTICA CON LACTOSUERO Y EXTRACTO DE REMOLACHA AZUCARERA (BETA VULGARIS)"

DATOS:
 Nombre: Catalina Mayya Caldero Edad: 19
 Fecha: 04/08/2023

MIUESTRA: "ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BEBIDA PROBIÓTICA CON LACTOSUERO Y EXTRACTO DE REMOLACHA AZUCARERA (BETA VULGARIS)"

INSTRUCCIONES
 A continuación, se le presenta a usted 3 muestras de Bebida Probiótica de lacto suero con diferentes niveles de 2.5 %, 5% y 7.5% de extracto de remolacha. Por favor, inicie la degustación, seleccione el nivel de agrado en base a la escala mostrada y coloque el puntaje que usted considere adecuado para evaluar los atributos de cada muestra.

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

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

| CARACTERÍSTICAS A EVALUAR | MIUESTRAS | 201 | 320 | 403 |
|---------------------------|-----------|-----|-----|-----|
| Sabor | | 4 | 5 | 2 |
| Olor | | 2 | 3 | 4 |
| Color | | 5 | 3 | 2 |

GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN

Prueba de catación sensorial



Aplicación de prueba sensorial de la bebida

FECHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

"ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BEBIDA PROBIÓTICA CON LACTOSUERO Y EXTRACTO DE REMOLACHA AZUCARERA (BETA VULGARIS)"

DATOS:
 Nombre: Geovanny Espino Edad: 21
 Fecha: 04-08-2023

MIUESTRA: "ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UNA BEBIDA PROBIÓTICA CON LACTOSUERO Y EXTRACTO DE REMOLACHA AZUCARERA (BETA VULGARIS)"

INSTRUCCIONES
 A continuación, se le presenta a usted 3 muestras de Bebida Probiótica de lacto suero con diferentes niveles de 2.5 %, 5% y 7.5% de extracto de remolacha. Por favor, inicie la degustación, seleccione el nivel de agrado en base a la escala mostrada y coloque el puntaje que usted considere adecuado para evaluar los atributos de cada muestra.

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

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

| CARACTERÍSTICAS A EVALUAR | MIUESTRAS | 201 | 320 | 403 |
|---------------------------|-----------|-----|-----|-----|
| Sabor | | 5 | 4 | 3 |
| Olor | | 4 | 3 | 2 |
| Color | | 4 | 3 | 4 |

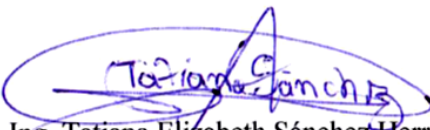

GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN

Prueba de catación sensorial



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

Fecha de entrega: 15/02/2024

| |
|--|
| INFORMACIÓN DEL AUTOR |
| Nombres – Apellidos: Kevin Joel Gallardo Chamba |
| INFORMACIÓN INSTITUCIONAL |
| Facultad: Ciencias Pecuarias |
| Carrera: Agroindustria |
| Título a optar: Ingeniero Agroindustrial |
|  Ing. Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera, Mg. DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN |
|  Ing. Iván Patricio Salgado Tello, MsC. ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN |