

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: “Desarrollo de una bebida fermentada a base de lactosuero con variedades de frutas (mora, piña, naranjilla), (*Streptococcus thermophilus*; *Lactobacillus casei*)”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingenieras en Alimentos

AUTORAS: Torres Erazo Joselin Amanda

Irua Villarreal Nathaly Estefanía

TUTOR: MSc. Anchundia Lucas Miguel Ángel PhD

Tulcán, 2025.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que las estudiantes Torres Erazo Joselin Amanda y Irua Villarreal Nathaly Estefanía con cédula de identidad número 1750857912 y 0402166235 respectivamente, han desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: “Desarrollo de una bebida fermentada a base de lactosuero con variedades de frutas (mora, naranjilla, piña) con (*Streptococcus thermophilus*; *Lactobacillus casei*)”.

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

MSc. Anchundia Lucas Miguel Ángel PhD

TUTOR

Tulcán, noviembre de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingenieras en la Carrera de ingeniería en alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales.

Nosotras, Torres Erazo Joselin Amanda y Irua Villarreal Nathaly Estefanía con cédula de identidad número 1750857912 y 0402166235 respectivamente declaramos que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que hemos llegado son de nuestra absoluta responsabilidad.

Joselyn Torres

Nathaly Irua

Torres Erazo Joselin Amanda

AUTORA

Irua Villarreal Nathaly Estefanía

AUTORA

Tulcán, noviembre de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Nosotras Torres Erazo Joselin Amanda y Irua Villarreal Nathaly Estefanía declaramos ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Desarrollo de una bebida fermentada a base de lactosuero con variedades de frutas (mora, naranjilla, piña) con (*Streptococcus thermophilus*; *Lactobacillus casei*)" y se exime expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

Joselyn Torres

Torres Erazo Joselin Amanda

AUTORA

Nathaly Irua

Irua Villareal Nathaly Estefanía

AUTORA

Tulcán, noviembre de 2025

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y habernos brindado sabiduría y fortaleza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

Agradecemos al PhD. Anchundia Lucas Miguel Ángel nuestro tutor por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, quien ha guiado con su paciencia y su rectitud como docente, por su confianza depositada en nosotras desde el primer día de trabajamos es esta investigación

A la prestigiosa Universidad Politécnica Estatal del Carchi, por abrimos las puertas para podernos formar como profesionales, a la Carrera de Ingeniera en Alimentos y con profunda gratitud a cada uno de sus docentes que motivan e inspiran, por sus conocimientos compartidos durante estos 5 años de formación académica, ya que han hecho que la educación sea un arte y un regalo, no una obligación.

A nuestros padres, por su amor, comprensión, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijas, son los mejores padres.

A nuestros amigos, por su apoyo durante esta etapa, por su amistad sincera, gracias por los momentos y experiencias compartidas.

Joselin y Nathaly

DEDICATORIA

“Mi obra no es mía, es de Dios”

Dedico este trabajo, en primer lugar, a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en todo este trayecto llamado vida.

A las personas más importantes de mi vida a mis preciosos padres, Martha y Byron, con todo el amor y gratitud que mi corazón puede expresar. Gracias por ser mi refugio en los días más difíciles, y mi impulso en cada logro, por sus sacrificios silenciosos, sus desvelos, sus palabras de aliento en los momentos de duda, y por creer en mí incluso cuando yo no lo hacía. Cada paso que doy lleva su huella porque me han acompañado con su amor incondicionalmente. Gracias por creer en mí, por confiar y sobre todo escucharme. Este logro es tan mío como suyo. Con todo mi corazón gracias.

A mis primos Saul, Alan, Ronny, Alejandra, Lupita, Eliana por ser mi motivo en seguir adelante, gracias por su cariño su amor y su comprensión y por estar presentes siempre.

A mis tíos Freddy, Estefanía, Gabriela, Willy, Lucía, Manuel, Miguel, Cecilia, Eliana Gamboa por su cariño y confianza desde el inicio de mi carrera. De igual manera a mi mamita Victoria Prado agradezco infinitamente por su amor y comprensión durante esta etapa, por sus palabras, sus abrazos y sus sabios consejos que han sido luz en los momentos de oscuridad.

A mis amigos incondicionales quienes compartieron momentos de risas y tristezas por haberme brindando su amistad y en especial a mis amigas Damaris C, Dayana, por ser más que amigos una familia. Y en especial a quien siempre será una persona especial en mi vida que hiciste que este camino fuera más ligero, gracias por acompañarme en cada triunfo, esta dedicatoria también va para ti.

A mi fiel amiga peluda Princesa por haber llegado a mi vida. Por ser mi acompañante y ser mi ángel. Eres un miembro invaluable de mi familia y no podría imaginar mi vida sin ti.

Joselin Amanda Torres Erazo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por haberme dado la fuerza, perseverancia para poder seguir adelante, con sabiduría, paciencia y hacer realidad uno mis anhelos más deseados.

A mi madre Eugenia, por ser el pilar más importante en mi vida, por demostrarme siempre su amor, apoyo incondicional y por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y dedicación.

A mis dos padres Elberth y Orlando, quiénes me apoyaron en todo este transcurso de mi carrera, que de cierta manera supieron motivar e inculcar valores, confiaron en mí y en mis deseos de superación.

A mis hermanos porque son la razón de sentirme tan orgullosa de culminar mi carrera y confiar en mí.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo lo he logrado. Gracias por ser esa razón para el cumplimiento de mis objetivos que significan alegría y orgullo para mí y también para ustedes.

Nathaly Estefanía Irua Villarreal

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
I. EL PROBLEMA	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2 JUSTIFICACIÓN	18
1.3. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	19
1.3.1. Objetivo General	19
1.3.2. Objetivos Específicos	19
1.3.3. Preguntas de Investigación	20
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.2. MARCO TEÓRICO	24
2.2.1. La leche	24
2.2.2. Lactosuero.....	25
2.2.3. Bacterias ácido lácticas.....	28
2.2.4. Mora.....	32
2.2.5. Piña	33
2.2.6. Naranjilla.....	34
2.2.7. Bebida fermentada.....	35
III. METODOLOGÍA	38
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	38
3.1.1. Enfoque	38

3.1.2. Tipos de Investigación	38
3.2. HIPÓTESIS	38
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	39
3.3.1. Definición de las variables	39
3.3.2. Operacionalización de las variables.....	40
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	41
3.4.1. Análisis de composición proximal	41
3.4.2. Obtención de pulpas	41
3.4.3. Activación de bacterias ácido lácticas	41
3.4.4. Elaboración de los tratamientos.....	41
3.4.5. Parámetros fisicoquímicos.....	43
3.4.6. Determinación de Proteína Láctea	43
3.4.7. Determinación grasa láctea	44
3.4.8. Determinación de ceniza	44
3.4.9. Determinación de acidez titulable	45
3.4.10. Determinación de pH.....	45
3.4.11. Determinación de °Brix.....	45
3.4.12. Análisis microbiológico	46
3.4.13 Análisis Sensorial	46
3.5. RECURSOS	46
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	48
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	51
3.7.1. Población y muestra.....	51
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
4.1. RESULTADOS.....	52
4.1.1. Análisis de la materia prima.....	52

4.1.2. Análisis de las bebidas fermentadas.....	53
4.1.3. Análisis sensorial de las bebidas fermentadas	58
4.2. DISCUSIÓN	60
4.2.1. Lactosuero como materia prima	61
4.2.2. Parámetros fisicoquímicos de bebidas fermentadas	64
4.2.3. Evaluación sensorial de las bebidas fermentadas	66
4.2.4. Parámetros fisicoquímicos de las mejores bebidas fermentadas	67
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
5.1. CONCLUSIONES	69
5.2. RECOMENDACIONES.....	70
VI.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	71
VII. ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficios del consumo de lactosuero.....	27
Tabla 2. Aminoácidos esenciales del lactosuero (g/ 100g de proteína)	27
Tabla 3. Tabla de Operacionalización de variables	40
Tabla 4. Recursos utilizados.....	47
Tabla 5. Porcentaje del suero para la bebida fermentada	48
Tabla 6. Porcentaje de pulpa en la bebida fermentada.....	48
Tabla 7. Concentración de bacterias ácido lácticas.....	48
Tabla 8. Esquema de experimento con suero dulce y <i>Lactobacillus casei</i>	49
Tabla 9. Esquema de experimento con suero ácido y <i>Lactobacillus casei</i>	49
Tabla 10. Esquema de experimento con suero dulce y <i>Streptococcus thermophilus</i>	50
Tabla 11. Esquema de experimento con suero ácido y <i>Streptococcus thermophilus</i>	50
Tabla 12. Características fisicoquímicas del suero lácteo	52
Tabla 13. Análisis microbiológicos del suero lácteo	53
Tabla 14. Resultados fisicoquímicos de las bebidas fermentadas	54
Tabla 15. Resultados microbiológicos de las bebidas fermentadas	57
Tabla 16. Análisis sensorial del suero dulce – <i>L. casei</i>	59
Tabla 17. Análisis sensorial del suero ácido – <i>L. casei</i>	59
Tabla 18. Análisis sensorial del suero dulce – <i>S. thermophilus</i>	60
Tabla 19. Análisis sensorial del suero ácido – <i>S. thermophilus</i>	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lactosuero	25
Figura 2. Clasificación de las BAL.....	30
Figura 3. Bacteria Lactobacillus casei	31
Figura 4. Bacteria Streptococcus Thermophilus.....	31
Figura 5. Mora de Castilla	32
Figura 6. Fruta tropical piña.....	34
Figura 7. Fruta Tropical Naranja.....	35
Figura 8. Diagrama de flujo elaboración de los tratamientos de la bebida	42
Figura 9. Determinación de pH en el suero	79
Figura 10. Determinación de acidez titulable.....	79
Figura 11. Determinación de proteína en el suero.....	79
Figura 12. Determinación de grasa por el método de Gerber.....	79
Figura 13. Determinación de ceniza.....	79
Figura 14. Preparación de muestras y diluciones	79
Figura 15. Placas Petrifilm 3M inoculadas.....	79
Figura 16. Conteo microbiológico	79
Figura 17. Activación de bacterias ácido-lácticas	80
Figura 18. Siembra en placas de Petri	80
Figura 19. Incubación de las bacterias ácido- lácticas.....	80
Figura 20. Colonias de las bacterias ácido- lácticas	80
Figura 21. Pasteurización del suero	81
Figura 22. Combinación de suero y pulpa de fruta	81
Figura 23. Adición de las bacterias ácido-lácticas	81
Figura 24. Fermentación de la bebida.....	81
Figura 25. Determinación de proteína en la bebida fermentada.....	82
Figura 26. Determinación de ceniza en la bebida fermentada	82
Figura 27. Determinación de acidez titulable de la bebida fermentada.....	82
Figura 28. Determinación de pH de la bebida fermentada	82
Figura 29. Lectura de ° Brix	82
Figura 30. Análisis microbiológico de la bebida fermentada	82
Figura 31. Tratamientos finales de la bebida fermentada	83
Figura 32. Preparación de muestras de la bebida fermentada	83
Figura 33. Análisis sensorial Lactobacillus casei	83
Figura 34. Análisis sensorial Streptococcus thermophilus	83

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	75
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	77
Anexo 3. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del suero	79
Anexo 4. Activación de BAL.....	80
Anexo 5. Elaboración de la bebida	81
Anexo 6. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la bebida	82
Anexo 7. Análisis sensorial de los tratamientos	83
Anexo 8. Resultados estadísticos	84

RESUMEN

Esta investigación se enfocó en el desarrollo de una bebida fermentada a base de lactosuero dulce y ácido, utilizando bacterias ácido-lácticas (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus casei*) y pulpas de frutas (mora, piña y naranjilla) en concentraciones del 30, 50 y 70 %. Se caracterizó físicoquímica y microbiológicamente el lactosuero, y se formularon 36 tratamientos combinando diferentes proporciones de suero, pulpa y bacterias al 1 % para evaluar sus propiedades y aceptación sensorial. Los análisis incluyeron determinación de proteína, ceniza, acidez, pH, °Brix, recuentos microbiológicos y pruebas sensoriales con panel de 60 personas. Los resultados mostraron que el lactosuero dulce y ácido presentaron proteínas alrededor de 0.80 y 0.88 %, cenizas de 0.65 y 0.57 %, acidez de 0.12 y 0.34 %, y pH de 6.57 y 5.05 respectivamente, cumpliendo con la normativa INEN 2594. Las bebidas fermentadas alcanzaron contenidos proteicos entre 0.25 y 0.84 %, siendo la formulación (70% suero dulce, 30% pulpa piña, 1 % bacteria) y (70 % pulpa naranjilla, 30 % suero dulce, 1 % bacteria) donde la que presentó el mayor contenido proteico (0.84 %) siendo suero dulce, *Streptococcus. thermophilus* y pulpa de naranjilla (70 % pulpa, 30 % suero, 1 % bacteria). El pH final varió entre 3.67 y 4.21, con *Streptococcus. thermophilus* generando un pH más alto que *Lactobacillus casei*. Los °Brix finales oscilaron entre 16.02 y 16.10, siendo mayores en formulaciones con naranjilla y mora en suero dulce, pero sin diferencias estadísticas en todos los tratamientos. El mejor tratamiento, con 30 % de suero ácido, 70 % de pulpa de piña y 1 % de *Streptococcus. thermophilus*, obtuvo la mayor aceptación sensorial con una puntuación de 5(me gusta un poco), destacándose en sabor y aceptabilidad. Se concluye que es viable elaborar bebidas fermentadas nutritivas, seguras y sensorialmente atractivas a partir de lactosuero y frutas tropicales, contribuyendo a la valorización de este subproducto y a la sostenibilidad ambiental.

Palabras Claves: lactosuero, bebida fermentada, bacterias ácido-lácticas, pulpas de frutas, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus. thermophilus*

ABSTRACT

This research focused on the development of a fermented beverage made from sweet and acid whey, using lactic acid bacteria (*Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus casei*) and fruit pulps (blackberry, pineapple, and naranjilla) at concentrations of 30%, 50%, and 70%. As part of the research process, the whey was characterized both physicochemically and microbiologically, and 36 formulations were prepared by combining different proportions of whey, fruit pulp, and 1% bacterial inoculum to evaluate their properties and sensory acceptance. The analyses included determination of protein, ash, acidity, pH, °Brix, microbiological counts, and sensory testing with a panel of 60 participants. The findings revealed that the sweet and acid whey contained approximately 0.80% and 0.88% protein, 0.65% and 0.57% ash, 0.12% and 0.34% acidity, and pH values of 6.57 and 5.05, respectively, all in compliance with INEN Standard 2594. The fermented beverages reached protein contents ranging from 0.25% to 0.84%, with the formulations containing (70% sweet whey, 30% pineapple pulp, 1% bacteria) and (70% naranjilla pulp, 30% sweet whey, 1% bacteria) showing the highest protein content (0.84%), specifically in the formulation with sweet whey, *Streptococcus thermophilus*, and 70% naranjilla pulp. The final pH values ranged from 3.67 to 4.21, with *Streptococcus thermophilus* producing a higher pH than *Lactobacillus casei*. Final °Brix values ranged between 16.02 and 16.10, being higher in formulations with naranjilla and blackberry in sweet whey, although no statistically significant differences were found among treatments. The best treatment composed of 30% acid whey, 70% pineapple pulp, and 1% *Streptococcus thermophilus* achieved the highest sensory acceptance, with an average score of 5 ("I like it a little"), standing out in terms of flavor and overall acceptability. Overall, the conclusion reveals that it is feasible to produce nutritious, safe, and sensorially attractive fermented beverages from whey and tropical fruits, contributing to the valorization of this by-product and to environmental sustainability.

Keywords: whey, fermented beverage, lactic acid bacteria, fruit pulps, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus thermophilus*

INTRODUCCIÓN

En la industria láctea, la producción de quesos y otros derivados genera grandes volúmenes de suero lácteo, un subproducto que representa entre el 80 y 90 % de la leche procesada. Este líquido contiene componentes importantes como lactosa, proteínas de alto valor biológico, vitaminas y minerales. Sin embargo, en muchas regiones, especialmente en pequeñas y medianas industrias, el suero no recibe un tratamiento o aprovechamiento adecuado, siendo desechado directamente en cuerpos de agua o suelos, lo que genera un impacto ambiental significativo (Parra A. , 2022). Por ello, el aprovechamiento del lactosuero como materia prima para la elaboración de productos fermentados representa una alternativa sostenible que contribuye a mitigar la contaminación y a generar valor agregado en la industria alimentaria (Lara, 2022).

En Ecuador, la diversidad de frutas tropicales como la mora (*Rubus glaucus*), la piña (*Ananas comosus*) y la naranjilla (*Solanum quitoense*) ofrece un potencial nutricional y funcional importante para la formulación de bebidas fermentadas. Estas frutas aportan compuestos bioactivos, antioxidantes y características sensoriales que pueden mejorar la calidad y aceptación de los productos fermentados (Bermúdez, 2023). Sin embargo, su uso combinado con lactosuero y bacterias ácido-lácticas en bebidas fermentadas no ha sido plenamente explorado, lo que motiva la presente investigación.

El objetivo general de este estudio fue desarrollar una bebida fermentada a base de lactosuero con *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus casei*, utilizando variedades de frutas (mora, piña y naranjilla). Para ello, se plantearon objetivos específicos que incluyen la caracterización fisicoquímica y microbiológica del lactosuero dulce y ácido, la formulación y evaluación de las bebidas fermentadas, y la determinación del mejor tratamiento mediante análisis sensorial. Esta investigación busca contribuir al aprovechamiento integral del lactosuero, promoviendo la innovación en la industria láctea y ofreciendo alternativas nutritivas, funcionales y sostenibles para el consumo masivo, además de mitigar el impacto ambiental generado por el desecho inadecuado de este subproducto.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la industria láctea, la producción de quesos y otros derivados genera grandes volúmenes de suero lácteo, un subproducto que representa entre el 80 y 90 % de la leche procesada. Este líquido contiene componentes valiosos como lactosa, proteínas de alto valor biológico, vitaminas y minerales. Sin embargo, en muchas regiones, especialmente en pequeñas y medianas industrias, el suero no recibe un tratamiento o aprovechamiento adecuado, siendo desechado directamente en cuerpos de agua o suelos (Parra, 2019).

Los nutrientes contenidos en el lactosuero desarrollan un alrededor de 3.5 Kg de la demanda biológica de oxígeno (DBO) y un aproximado de 6.8 Kg de demanda química de oxígeno (DQO) por cada 100 kg de lactosuero. Por otro lado, la producción de 100.000 litros de leche/día en quesos genera una contaminación en ríos, lagos y otros centros residuales (Mora et al., 2022).

En relación con eso, el aprovechamiento del suero lácteo mediante procesos biotecnológicos se presenta como una alternativa sostenible para su valorización de este subproducto. De tal manera que, la fermentación con bacterias ácido-lácticas permite transformar este subproducto en alimentos funcionales o bebidas fermentadas con propiedades nutricionales y sensoriales mejoradas, además de contribuir a la reducción de desechos industriales.

En Ecuador, frutas como la mora (*Rubus glaucus*), la piña (*Ananas comosus*) y la naranjilla (*Solanum quitoense*) son frutas tropicales ampliamente reconocidas por su alto valor nutricional, contenido de compuestos bioactivos y propiedades antioxidantes. Sin embargo estas presentan diversas limitaciones como su alta perecibilidad, lo que ocasiona una rápida degradación de compuestos fenólicos, pérdida de color sabor y textura, y presenta un contenido variable de acidez y azúcares reductores.

Ante la creciente demanda de bebidas fermentadas, saludables y con valor agregado, surge la necesidad de investigar alternativas viables para el aprovechamiento del suero lácteo y comportamiento de estas frutas en procesos de fermentación, evaluando su compatibilidad, aporte nutricional, efecto sobre las características sensoriales y viabilidad en productos de consumo masivo. Lo cual permitan reducir el impacto ambiental de su desecho y al mismo tiempo, generar oportunidades económicas mediante su transformación en productos alimenticios con un valor agregado (Alcívar y Anchundia, 2021).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera puede aprovecharse el suero lácteo mediante la acción de bacterias ácido-lácticas para obtener un producto fermentado con valor nutricional y funcional, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental generado por su desecho?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Debido a la falta de conocimiento sobre nuevas tecnologías dentro de la industria, la elaboración de productos a partir de este subproducto representa una fuente valiosa de nutrientes, ya que contiene , sus principales propiedades nutricionales son la lactosa (95 %), proteína (25 %) y grasa (8 %), además de minerales y vitaminas, nutrientes que podrían ser transformados en productos con un valor agregado (Gutiérrez y Beltrán, 2020).

En la industria láctea el lactosuero se lo utiliza para la elaboración de kéfir, kumis, bebidas lácteas con frutas. Otra línea de productos son las bebidas lácteas fermentadas con bacterias o incluso con levaduras donde generalmente se mezclan con jugos y hortalizas. El lactosuero fermentado es un subproducto rico en minerales como es: calcio, fosforo, magnesio, sodio, potasio entre otro lo cual pueden beneficiar de manera económica a industrias pequeñas o grandes (Monroy, 2020).

Por consiguiente, las bacterias ácido lácticas han sido utilizadas durante milenios para así crear diferentes productos como: leche en polvo, el yogur, bebidas lácteas, y la elaboración de quesos untables entre otros, lo cual estos productos desempeñan un papel fundamental en la industria alimentaria debido que confieren a los alimentos propiedades organolépticas como es sabor, olor, color, entre otros (Benavides, 2019).

Por otro lado, *Lactobacillus casei*; *Streptococcus thermophilus* han generado una gran variedad de beneficios para la salud humana debido a que su fermentación tendrá un potencial probiótico mejorando su biotransformación de compuestos del tracto gastrointestinal como vitaminas y ácidos grasos de cadena corta dando así un producto de buena calidad. Este tipo de fermentaciones no solo aportan beneficios a los consumidores, sino que también se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) donde exclusivamente se asocia con el ODS 3: Salud y bienestar al, promover una alimentación más equilibrada y nutritiva y con el ODS 12: Producción y consumo responsables, al impulsar el aprovechamiento de este subproducto, reduciendo su impacto ambiental, y convertir en un alimento de valor agregado (Bárcena, 2015).

En la actualidad, el consumo de bebidas formuladas a partir de lactosuero ha experimentado una amplia difusión, atribuida principalmente a su elevado contenido nutricional y a su bajo costo de aprovechamiento industrial. Dentro del sector lácteo el lactosuero se emplea como materia prima en elaboración de productos fermentados como kumis y kéfir, así como en bebidas lácteas enriquecidas con frutas contribuyendo así una valorización de este subproducto (Lara, 2022).

De esta manera, la investigación motivará al desarrollo de nuevos productos y el aprovechamiento integral de los recursos a partir de los residuos que salen luego de la elaboración de un producto dentro de la industria láctea. Con el fin de suplir necesidades nutricionales a los sectores menos favorecidos y generar beneficios para los grandes y pequeños productores de la industria quesera, además de mitigar el problema ambiental generado por este efluente.

1.3. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

Desarrollar una bebida fermentada a base de lactosuero con *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus casei* con variedades de frutas (mora, piña y naranjilla).

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del lactosuero dulce y lactosuero ácido.

- Formular bebidas fermentadas con bacterias ácido-lácticas (*Lactobacillus casei*, *Streptococcus thermophilus*) con variedades de frutas (mora, piña y naranjilla).
- Analizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la bebida fermentada.
- Establecer el mejor tratamiento mediante un análisis de aceptación sensorial.

1.3.3. Preguntas de Investigación

- ¿Qué propiedades fisicoquímicas y microbiológicas tiene el lactosuero?
- ¿Qué propiedades fisicoquímicas y microbiológicas tiene la bebida?
- ¿Qué porcentaje de bacterias ácido lácticas se puede utilizar en las bebidas fermentadas?
- ¿Cuál es la cantidad adecuada de pulpa de fruta que se puede añadir a la bebida fermentada para mejorar sus características sensoriales?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Como soporte teórico del actual estudio se consideró indagaciones previas de la problemática de estudio, a continuación, se puntualizan los antecedentes investigativos.

Tirado et al. (2015), elaboraron una bebida láctea a base de lactosuero dulce fermentado con *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* y *Lactobacillus casei ssp. casei*, evaluando tres formulaciones con diferentes concentraciones de sólidos solubles (13, 17 y 21 %). El lactosuero inicial presentó 0 % de grasa, 1.02 g/mL de densidad, 3.69 % de lactosa, 2.29 % de proteína y un pH de 6.5, tras la fermentación de la bebida los valores mejoraron significativamente, en la formulación al 21 % se alcanzaron 0.10 % de grasa, 1.08 g/mL de densidad, 14.80 % de lactosa, 10.02 % de proteína, 27.14 % de sólidos solubles, 2.42 % de sales, 0.74 % de acidez y un pH de 4.59. Los análisis microbiológicos confirmaron la viabilidad de las cepas utilizadas y ausencia total de coliformes fecales y totales. Los autores concluyeron que el lactosuero es un medio de cultivo adecuado para bacterias ácido-lácticas y permite obtener bebidas fermentadas, con mejor calidad nutricional, mayor acidez y densidad lo que demuestra su potencial para el desarrollo de productos funcionales.

Rodríguez et al. (2019), desarrollaron una investigación cuyo objetivo fue elaborar una bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila (*Aloe vera L.*) y pulpa de mora (*Rubus glaucus Benth*), incorporando cultivos probióticos (*L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* y *Bifidobacterium spp.*). El diseño experimental se basó en un modelo Superficie de Respuesta tipo Box Benhken, evaluando tres variables independientes: dosis de jugo de sábila (7–15 %), pulpa de mora (6 – 12 %) y cultivo (2.5 – 5 %), mientras que las variables de respuesta fueron la estabilidad a la sedimentación, viscosidad, viabilidad probiótica y aceptabilidad. Los resultados mostraron que la fermentación alcanzó un pH final entre 3.7 y 3.9 y una acidez de 0.55 – 0.60 % de ácido láctico en un tiempo promedio de 3.3 – 4.0 horas de fermentación. La estabilidad de la bebida fermentada se evidenció mediante un pH

comprendido entre 4.4 - 4.8, según la escala utilizada para determinar la mínima separación de fases. Este rango de pH indica un adecuado equilibrio ácido que favorece la estabilidad fisicoquímica del producto, impidiendo la precipitación de proteínas y la separación de fases, mientras que la viscosidad aumentó significativamente con dosis más altas de sábila y mora. La viabilidad de los microorganismos probióticos se mantuvo por encima de 10^9 ufc/g, resistiendo condiciones simuladas de pH gástrico (2–3) y sales biliares (0.3–1 %), lo que confirmó su funcionalidad probiótica. Además, se demostró actividad antimicrobiana frente a *E. coli*, *Salmonella spp* y *Listeria spp*, y la aceptabilidad sensorial alcanzó un promedio de 4 ("me gusta"). Los autores concluyeron que la bebida obtenida puede clasificarse como probiótica, con adecuada viabilidad, estabilidad y aceptación, constituyendo una alternativa innovadora y funcional a base de lactosuero.

Garzón y Gómez (2022), evaluaron la influencia de un proceso en paralelo de fermentación y trasgalactosilación de lactosuero en el desarrollo de una bebida láctea fermentada simbiótica, utilizando un cultivo mixto comercial (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium animalis ssp. lactis*) y la cepa *Lactobacillus rhamnosus*. El objetivo fue determinar las características físicas, fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del producto. Los resultados mostraron que el cultivo mixto presentó una fermentación más rápida, con mayor velocidad de duplicación y un valor de acidez de 0.936 % de ácido láctico, mientras que *L. rhamnosus* alcanzó 0.745 % con un proceso más lento. El contenido de galacto-oligosacáridos (GOS) se mantuvo estable durante 30 días de almacenamiento, sin variaciones significativas. En la viscosidad se observó inestabilidad al adicionar jarabe de GOS, con valores de 1.77 mPas/s (relación 4:1) y 1.4 mPas/s (relación 3:1). Los parámetros de proteína, acidez, cenizas y azúcares reductores se mantuvieron dentro de la normativa vigente; sin embargo, el tratamiento térmico no logró reducir totalmente la presencia de coliformes y levaduras. En la prueba sensorial, la bebida mejor aceptada fue la elaborada con *L. rhamnosus* en relación 4:1 con jarabe de transgalactosilación. Los autores concluyeron que el cultivo mixto ofrece ventajas en rendimiento y rapidez de fermentación, mientras que *L. rhamnosus* aporta mayor aceptación sensorial y estabilidad probiótica, proponiendo además la transgalactosilación del lactosuero como alternativa viable para el aprovechamiento de este subproducto lácteo en la elaboración de alimentos funcionales y sostenibles.

Chillagana y Quilapanta (2022), obtuvieron una bebida fermentada a base de lactosuero dulce y ácido empleando *Saccharomyces cerevisiae*, con el fin de aprovechar las propiedades nutricionales de este subproducto y disminuir su impacto ambiental. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial 3x3, variando las concentraciones de levadura y de lactosuero, además de saborizar los tratamientos con pulpa de uva negra (*Vitis riparia*). El mejor tratamiento correspondió al t9 (1.5 g de levadura – 75 % lactosuero dulce y 25 % lactosuero ácido), alcanzando 1.0 % de alcohol, 2.44 % de azúcares totales, 0.24 % de proteína, 0.00 % de colesterol, grasa y fibra, 469.45 mg/kg de sodio, 4.75 % de sólidos totales, 0.49 % de cenizas y 4.09 % de carbohidratos. En el análisis microbiológico se obtuvieron recuentos de mohos <10 UFC/ml, levaduras <10 UFC/ml, aerobios totales 38×10^3 UFC/ml y coliformes totales <10 UFC/ml, parámetros que cumplen con la normativa vigente. La evaluación sensorial mostró que este tratamiento fue el más aceptado en olor, color, sabor, textura y aceptabilidad. Las autoras concluyeron que el lactosuero puede ser transformado en una bebida fermentada inocua, nutritiva, sensorialmente agradable y económicamente accesible, constituyendo una alternativa sostenible para la revalorización de este subproducto de la industria quesera.

Rodríguez et al. (2020), elaboraron una bebida fermentada de suero lácteo con la adición de salvado de trigo y pulpa de guayaba, utilizando como cultivos probióticos *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei*. El objetivo fue desarrollar una formulación con buena aceptabilidad y estabilidad, aplicando un diseño de mezcla con suero (78.5 – 84.5 %), pulpa de guayaba (5 – 10 %) y salvado de trigo (0.5 – 1.5 %) como variables independientes. La mejor formulación obtenida estuvo compuesta por 79.5 % de suero, 10 % de pulpa de guayaba, 7 % de azúcar, 3 % de cultivo probiótico (1:1), 0.5 % de salvado de trigo y 0.3 % de goma guar. En la caracterización sensorial, los catadores describieron la bebida como de color y olor típico a guayaba, dulzor moderado, mínimo sabor salado, ligeramente ácida y con notas similares al yogur, de homogeneidad aceptable y baja viscosidad, aunque con grumos atribuibles al salvado de trigo. Los resultados nutricionales reportaron 11.78 % de hidratos de carbono, 0.63 % de proteína, 0.47 % de cenizas, 0.1 % de grasa y un valor energético de 211.46 kJ/100 g. En la evaluación de consumidores potenciales, la bebida alcanzó un 94 % de aceptabilidad, lo que demuestra su viabilidad como alimento funcional. Los autores concluyeron que el uso de suero lácteo con pulpa de guayaba y salvado de trigo favorece la obtención de una bebida fermentada con

estabilidad fisicoquímica, alto valor nutricional y adecuada aceptación sensorial, lo que evidencia su potencial como producto funcional de interés para la industria alimentaria y su contribución al aprovechamiento sostenible y de subproductos lácteos.

Rodríguez et al. (2020), una bebida proteica a base de lactosuero con diferentes concentraciones de pulpa de *Theobroma grandiflorum* (copoazú), como alternativa de valorización del subproducto lácteo. Para ello, se formularon tres bebidas variando la proporción de pulpa (10, 20 y 30 %) y se evaluaron parámetros fisicoquímicos (pH, acidez, °Brix, proteína, grasa), microbiológicos (aerobios mesófilos, *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp* y *Listeria monocytogenes*) y sensoriales (color, olor, sabor, textura) siguiendo normas ecuatorianas NTE INEN 2594:2011 y 2609:2012. Los resultados mostraron que todas las formulaciones cumplieron con los requisitos normativos, alcanzando contenidos proteicos superiores a 0.82 % frente al mínimo de 0.4 %, ausencia de microorganismos patógenos y valores de °Brix entre 7.25 y 7.5. La evaluación sensorial, realizada con un panel no entrenado, evidenció diferencias significativas ($p < 0.05$) entre formulaciones, destacándose la de 70 % de suero y 30 % de copoazú, que obtuvo las puntuaciones más altas en sabor (4.93/5) y aceptación general.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. La leche

La leche es una materia prima fundamental de origen animal que se obtiene principalmente de la secreción normal de las glándulas mamarias, obtenida después del ordeño completo e higiénico de las vacas sanas. Aunque también puede provenir de otros mamíferos como cabras, ovejas o búfalas. Su importancia radica tanto en su valor nutricional como en su versatilidad para elaborar diversos productos alimenticios (Cajamarca, 2022).

2.2.1.1. Composiciones físicas de la leche

Este producto es un líquido blanco mate y ligeramente viscoso, cuya composición y características fisicoquímicas varían según las especies animales o según las diferentes razas. La viscosidad es una propiedad física ya que es la resistencia del líquido a fluir o deformarse, su contenido es: lactosa, grasa, estructura de la caseína y los tamaños de glóbulos de grasa (Pinto, 2020).

Se conoce que la densidad de la leche va en un promedio de 1.032 g/ml., también tiene una proporción importante de agua donde va cerca del 87 % y el resto del extracto tiene 130 g/L. La leche cuenta con diferentes tipos de nutrientes, donde su principal característica es brindar energía como es los glúcidos, lípidos, proteínas (Alcívar y Anchundía, 2021).

2.2.1.2 Propiedades químicas

Se conoce que el pH es ligeramente ácido donde su rango va de 6.6 y 6.8. Una propiedad química sumamente importante es la acidez o también conocido como ácido láctico ya que va de 0.15 - 0.16 % de la leche (Pinto, 2020).

2.2.2. Lactosuero

Al lactosuero se lo define como un líquido que se obtiene como resultado después de la coagulación de las proteínas de la elaboración de queso. Donde el lactosuero tiene un 90 % del volumen total de la leche donde su mayor parte es de los componentes solubles en agua como son los carbohidratos (Poveda, 2013).

Según la NTE INEN 2395 (2011), define como leche fermentada al producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, donde es elaborado a partir de la leche por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación. Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de vencimiento.

En la Figura 1 se da a conocer la obtención de lactosuero proveniente de la elaboración de quesos.



Figura 1. Lactosuero
Fuente. (Asas y Llanos, 2021)

2.2.2.1 Clasificación de lactosuero

El lactosuero, también conocido como suero lácteo, se clasifica principalmente en función del proceso tecnológico mediante el cual se obtiene y de su composición química. De acuerdo con su origen, se distinguen dos tipos: el lactosuero dulce y el lactosuero ácido

El lactosuero dulce, se genera como subproducto durante la elaboración de quesos enzimáticos, en los cuales la coagulación de la caseína se produce mediante cuajo; presenta un pH comprendido entre 5,8 y 6,6, un sabor ligeramente dulce y un contenido moderado de ácido láctico, lo que lo hace adecuado para la producción de bebidas fermentadas. Así mismo, como sopas, salsas, panificación, confitado y yogurt, aportando un alto valor nutricional al producto (Vasco, 2022).

Por otro lado, el suero ácido proviene de la elaboración de quesos frescos o yogures en los que la coagulación ocurre por acidificación natural o por la adición de ácidos orgánicos. Este tipo de suero posee un pH entre 4,3 y 4,6, un sabor más ácido y una mayor concentración de sales minerales y ácido láctico, características que lo hacen apropiado para la elaboración de bebidas fermentadas o como sustrato en procesos biotecnológicos.

Según la NTE INEN 2594 (2011), el suero de leche ácido "Es el producto obtenido durante la elaboración de queso, la caseína o productos similares mediante el corte de la cuajada después de la coagulación de la leche pasteurizada y/o productos derivados".

2.2.2.2 Ventajas del consumo de lactosuero

El suero lácteo representa una fuente valiosa de nutrientes y compuestos funcionales con múltiples beneficios para la salud humana. Su composición incluye proteínas de alto valor biológico, como la lactoalbúmina y la lactoglobulina, que aportan aminoácidos esenciales necesarios para el crecimiento, la reparación de tejidos y el fortalecimiento del sistema inmunológico. Además, es una fuente importante de minerales como calcio, fósforo, magnesio y potasio, así como de vitaminas del complejo B, especialmente la riboflavina (B2) y la cobalamina (B12), las cuales contribuyen al metabolismo energético y al mantenimiento de una adecuada función celular. Gracias a su bajo contenido de grasa y su elevada digestibilidad, el suero lácteo resulta apropiado para personas con digestión sensible o que requieren

dietas hipocalóricas. (Mozorra y Moreno, 2020). En la Tabla 1 se da a conocer el beneficio según su edad y los beneficios que aportan, ya que contiene proteínas y nutrientes para la digestión, fortalece la masa muscular, ayuda a controlar la flora bacteriana y es una fuente de energía. Sin embargo, está contraindicado para personas intolerantes a la lactosa.

Tabla 1. Beneficios del consumo de lactosuero

Etapas	Edad	Ventajas
Niños	2-5	Desarrollo físico y mental, eleva nivel de defensas a enfermedades, microbiota saludable, protege aparato digestivo
Jóvenes	11-15	Aporta energía, ayuda a definir la masa muscular, desarrollo intelectual.
Mujeres	13-18	Energía y mayor rendimiento para las distintas actividades diarias, mejora la absorción de nutrientes en el embarazo, mejora la salud hormonal.
Hombres	13-18	Promueve nutrientes que contrarrestan diferencias en su alimentación, aporta energía, mejora vida sexual (selenio y zinc).
Tercera edad	> 60	Mejora la salud mental, fortalece huesos y dientes, reduce la fatiga, contrarrestan enfermedades intestinales mejorando la digestión.
Deportistas	15-5	Elasticidad de los tejidos, ayuda al fortalecimiento de masa muscular.

Fuente. (Cisneros, 2022)

En la Tabla 2 se evidencia que el lactosuero es una fuente rica en aminoácidos esenciales, superando incluso al huevo en el contenido en estos componentes. Además de su elevada calidad biológica, las proteínas del lactosuero destacan por la presencia de péptidos bioactivos, los cuales poseen propiedades de gran relevancia para la salud humana, entre ellas la capacidad hipocolesterolemia, así como efectos opioides y antiopioide, y beneficios asociados al funcionamiento del sistema gastrointestinal.

Tabla 2. Aminoácidos esenciales del lactosuero (g/ 100g de proteína)

Componentes	Lactosuero	Huevo	Recomendaciones de la FAO
Treonina	6.2	4.9	3.5
Cisteína	1.0	2.8	2.6
Metionina	2.0	3.4	2.6
Valina	6.0	6.4	4.8
Leucina	9.5	8.5	7.0
Isoleucina	5.9	5.2	4.2
Fenilalanina	3.6	5.2	4.2
Lisina	9.0	6.2	5.1
Histidina	1.8	2.6	1.7
Triptófano	1.5	1.6	1.1

Fuente. (Rodríguez, 2020)

2.2.2.3 Usos del lactosuero

El lactosuero se ha utilizado desde hace 7 años atrás, el cual se usó para usos medicinales como el tratamiento de infecciones, enfermedades estomacales o incluso para cicatrización de heridas. En la actualidad este subproducto es

considerado un desperdicio en las industrias lácteas grandes o pequeñas. Para los años 70 y 80 en América y Europa se empezó a desarrollarse procesos para obtener este subproducto (Parra A. , 2022).

2.2.2.4. Características bromatológicas del suero

El suero lácteo es un subproducto líquido derivado de coagulación de la leche. Este suero tiene una fracción proteica valiosa y propiedades nutricionales y fisicoquímicas contiene proteínas solubles como β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, lactoferrina, albumina sérica bovina. Desde el punto bromatológico presenta un alto porcentaje de humedad (93 – 94 %). Siendo un medio rico en lactosa (4.5 – 5 %), y una baja proporción de grasa (0.05 – 0.5 %) estas características convierten al suero en una materia prima versátil, utilizada en la industria alimentaria para la elaboración de bebidas proteicas, productos fermentados y suplementos nutricionales, lo cual es una alternativa para valorizar subproductos lácteos en la industria alimentaria (NTE INEN 2594, 2011).

2.2.3. Bacterias ácido lácticas

Las bacterias ácido lácticas son un grupo de bacterias Gram positivas, no esporuladas y con forma de bacilos o cocos que crecen a temperaturas entre 5 y 45 °C. Estos microorganismos fermentan carbohidratos y producen ácido acético.

La mayoría de las bacterias de ácido láctico (LAB) son facultativamente anaeróbicas, catalasa-negativas, no móviles, cocos o barras sin formación de esporas, productoras de ácido láctico como producto final y principal causa de la fermentación de carbohidratos, así mismo son reconocidas como bacterias GRAS (Rodríguez, 2020).

Según Parra (2010), las BAL se encuentra en la naturaleza ya que existen criterios morfológicos, variedad de cocoso bacilos grampositivos y anaerobios facultativos. Se conoce que sus indicadores fisiológicos, tienen catalasa negativa, no forman esporas, crecen en medios ligeramente ácidos, también produce ácido láctico como principal metabolito ya que tiene valores nutricionales de mayor requerimiento y esto aporta sabor, olor, y textura a productos fermentados.

2.2.3.1. Fermentación por BAL

La fermentación ácido láctica se produce por las bacterias BAL, durante este período cumplen funciones como: desarrollo de sabores en los alimentos, previene el deterioro y su función primordial es que actúan como bioconservadores.

Las BAL se clasifican según su morfología celular (de forma esférica, ovoide o bacilar), existen 2 tipos de fermentaciones por BAL: Homofermentativas y Heterofermentativas la diferencia que existen entre ambas es que la primera solo produce ácido láctico, convierte 1 mol de glucosa en dos moles de ácido láctico y producen más del 85 %. por parte de la segunda BAL produce ácido láctico y otras sustancias convierten 1 mol de glucosa en 1 mol de ácido láctico, 1 mol de etanol y 1 mol de CO₂ y produce el 50 % (Vasco, 2022).

En la Figura 2 se da a conocer la clasificación de las BAL, según su morfología, fermentación y temperatura de crecimiento.

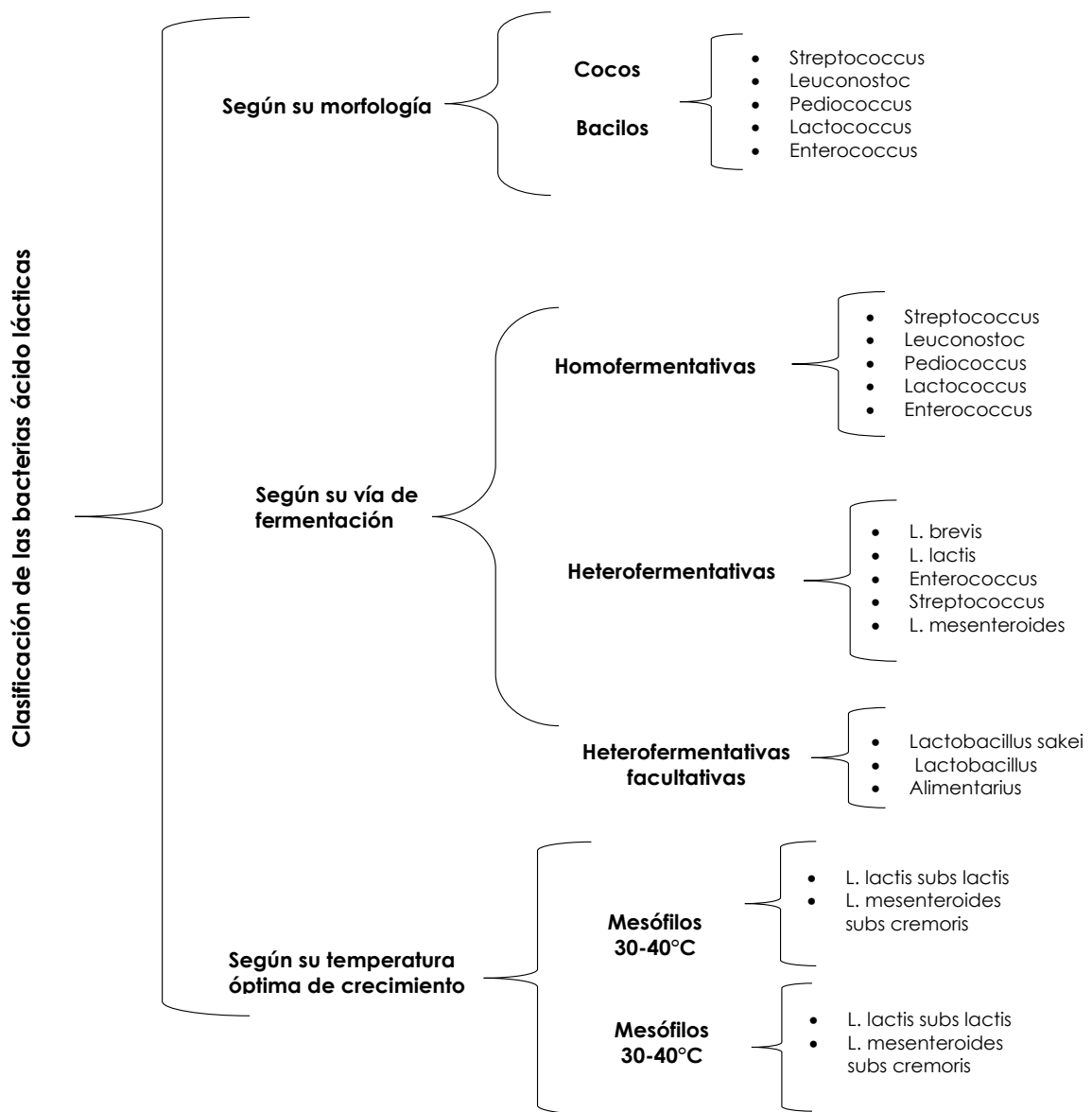


Figura 2. Clasificación de las BAL
Fuente. (Bermúdez, 2023)

2.2.3.2. *Lactobacillus casei*

Los lactobacilos son bacilos o cocobacilos grampositivos, no formadores de esporas. Son estrictamente fermentativos, aero-tolerantes o anaeróbicos, académicos o acidófilos y tienen requerimientos nutricionales complejos (por ejemplo, para carbohidratos, aminoácidos, péptidos, ésteres de ácidos grasos, sales, derivados de ácidos nucleicos y vitaminas). Los *Lactobacillus casei* son parte del grupo de bacterias ácido-lácticas Heterofermentativas, son bacterias Gram positivas anaeróbicas facultativas, se caracterizan por ser normalmente inmóviles y no

esporuladas; tienen forma basilar y un tamaño entre $0.7 - 1.1 \times 2.0 - 2.4 \mu\text{m}$, pueden crecer bien en valores de pH entre 4 – 5 y temperaturas de 35 – 40 °C, tiene una alta resistencia a la acidez lo que les permite seguir creciendo durante fermentaciones lácticas que se dan naturalmente. Son usados frecuentemente como probióticos, estos son considerados microorganismos autóctonos y asociados con el anfitrión humano (Téllez Giraldo, 2020).

En la Figura 3 se da a conocer la bacteria *Lactobacillus casei*.



Figura 3. Bacteria *Lactobacillus casei*
Fuente. (Gálvez, 2021)

2.2.3.3. Streptococcus Thermophilus

Streptococcus es una BAL que se maneja juntamente con cepas del género *Lactobacillus bulgaricus*, se basa en intercambios de metabolitos que aceleran la acidificación durante la fermentación del yogur. Contiene una particular estructuras de proteinasa poco activa, pero tiene una alta actividad de peptidasa intracelulares como son aminopeptidasas generales. En términos del efecto del *Streptococcus Thermophilus* y el NH_3 y CO_2 que genera sobre la tasa de acidificación en la fermentación de yogurt. Es difícil realizar un estudio sistemático de los efectos de la ureasa en la cooperación, porque hay que distinguir los efectos directos, indirectos y específicos de la cepa de la combinación de las cepas de ambas especies (Marguet, 2024).

En la Figura 4 se da a conocer la bacteria *Streptococcus Thermophilus*.



Figura 4. Bacteria *Streptococcus Thermophilus*
Fuente. (Poveda, 2013)

2.2.4. Mora

2.2.4.1. Producción de mora en Ecuador

La mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*), originaria de la región andina, la cual es una fruta que ha sido cultivada tradicionalmente por la mayoría de los ecuatorianos, principalmente por pequeños y medianos productores de la sierra ecuatoriana y de cierta manera ha contribuido en la generación de recursos económicos y mejoría del nivel de vida de estos, debido a la creciente demanda y rentabilidad de este cultivo.

Por consiguiente, el Ecuador es un país megadiverso y de origen de varias especies frutícolas, la cual es una importante ventaja comparativa, que debe ser aprovechada y fortalecida para mejorar la competitividad de la economía del país.

La producción de mora, tanto para el mercado nacional como internacional, requiere de la implementación de prácticas de acuerdo con el manejo de recursos naturales, la inocuidad de productos frescos y procesados que garanticen su calidad, y a su vez permitan que el cultivo sea económicamente rentable para los productores y de cierta manera les posibilite la incorporación de nuevas tecnologías generadas para la producción del cultivo (Ramírez, 2024).

En la Figura 5 se da a conocer la fruta tropical mora de Castilla.



Figura 5. Mora de Castilla
Fuente. (Rodríguez, 2025)

2.2.4.2. Beneficios del consumo de mora

La mora, además de ser deliciosa, ofrece numerosos beneficios para la salud gracias a su alto contenido en nutrientes y compuestos antioxidantes, se considera una fruta rica en antioxidantes, fibra y vitaminas, especialmente la vitamina C. Entre sus principales beneficios destacan el fortalecimiento del sistema inmunológico, la mejora de la digestión, la protección del corazón, la salud cerebral y ósea y a su vez su capacidad antiinflamatoria. Además, es baja en calorías, lo que la hace ideal para

dietas saludables. Consumirla regularmente puede contribuir al bienestar general y la prevención de enfermedades (Martines et al., 2023).

2.2.4.3. Propiedades nutricionales

La mora es una fruta altamente nutritiva, baja en calorías y rica en compuestos bioactivos beneficiosos para la salud. A continuación, se detalla su perfil nutricional y sus principales aportes:

1. Alta en vitamina C
 - Es fundamental para fortalecer el sistema inmunológico, mejorar la absorción de hierro y actuar como antioxidante.
2. Buena fuente de vitamina K
 - Aporta el 25 % del requerimiento diario. Es esencial para la coagulación sanguínea y la salud ósea.
 - Incluye pequeñas cantidades de folato (B9), importante durante el embarazo y para la producción de glóbulos rojos.
3. Rica en minerales
 - Potasio: Regula la presión arterial y el equilibrio de líquidos.
 - Calcio y magnesio: Contribuyen a la salud ósea y muscular.
 - Hierro: Aunque en menor cantidad, ayuda en la prevención de la anemia.
4. Alto contenido de antioxidantes
 - Posee antocianinas, flavonoides y otros compuestos fenólicos que protegen a las células del daño oxidativo, reduciendo el riesgo de enfermedades crónicas como cáncer y afecciones cardiovasculares.

2.2.5. Piña

2.2.5.1. Cultivo de la piña

Ecuador es uno de los principales productores de piña en América Latina, especialmente de la variedad MD2 (Golden Sweet), muy demandada en mercados internacionales por su dulzura y calidad. Las provincias con mayor producción son: Los Ríos, Manabí, Guayas, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas. Debido a que estas regiones cuentan con suelos fértiles y clima tropical, ideales para el desarrollo del cultivo.

Por lo tanto, el cultivo de piña en Ecuador es una actividad agrícola estratégica, con alto potencial de exportación. Debido a su gran manejo técnico adecuado y la adopción de prácticas sostenibles, ayuda a mejorar su rentabilidad y competitividad internacional (Alberto et al., 2023).

En la Figura 6 se da a conocer la fruta tropical Piña



Figura 6. Fruta tropical piña
Fuente. (Cajamarca, 2022)

2.2.5.2. Beneficios del consumo de la piña

La piña es una de las frutas tropicales más apreciadas en Ecuador tanto por su sabor dulce y refrescante como por su alto valor nutritivo. Esta fruta aporta numerosos beneficios para la salud, ya que es rica en vitaminas, minerales, antioxidantes y enzimas naturales como la bromelina, una enzima similar a las enzimas digestivas que ayuda a digerir las proteínas.

Por ende, el incorporar piña en la dieta diaria contribuye al fortalecimiento del sistema inmunológico, mejora la digestión, favorece la salud cardiovascular y ayuda a la hidratación del cuerpo, convirtiéndola en un alimento funcional de gran valor para la alimentación ecuatoriana (OECD & Nations, 2016).

2.2.6. Naranjilla

2.2.6.1. Cultivo de la naranjilla

La naranjilla, también conocida como lulo en otros países andinos, es una fruta originaria de la región andina y ampliamente cultivada en Ecuador, especialmente en zonas montañosas de clima húmedo. Las provincias con mayor producción son: Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Napo y otras zonas del oriente ecuatoriano (Gómez-Merino et al., 2018).

Por consiguiente, el cultivo de naranjilla es una actividad importante para muchas familias rurales en Ecuador. Con prácticas adecuadas y uso de variedades resistentes, puede convertirse en una alternativa rentable y sostenible para los agricultores andinos y amazónicos.

En la Figura 7 se da a conocer la fruta tropical Naranjilla o conocida como lulo.



Figura 7. Fruta Tropical Naranjilla
Fuente. (Vigil, 2021)

2.2.6.2. Beneficios del consumo de naranjilla

La naranjilla no solo es una fruta deliciosa y típica de los Andes, sino que también es una aliada natural para mejorar la digestión, cuidar el corazón y desintoxicar el cuerpo. Es importante incluirla regularmente en jugos, postres o como fruta fresca puede contribuir a una alimentación balanceada y saludable.

Además, ayuda al fortalecimiento de huesos, cabello y uñas, la mejora del sistema digestivo y la disminución del colesterol malo. De igual manera, actúa como antioxidante, fortalece el sistema inmunológico y puede ayudar a combatir resfriados y enfermedades respiratorias (Pinto, 2015).

2.2.7. Bebida fermentada

2.2.7.1. Qué es una bebida fermentada

Una bebida fermentada es una bebida que se obtiene a través del proceso de fermentación, en el cual actúan microorganismos como levaduras, bacterias o mohos, en donde transforman los azúcares naturales presentes en frutas, cereales, vegetales u otros ingredientes en alcohol, ácidos orgánicos o gases.

Por ende, es el resultado de procesos naturales que no solo preservan alimentos, sino que también pueden mejorar su valor nutricional y aportar beneficios para la salud, especialmente para la flora intestinal y el sistema inmunológico (Yerlikaya, 2023).

2.2.7.2. Beneficios de bebidas fermentadas

Las bebidas fermentadas no solo son sabrosas y tradicionales en muchas culturas, sino que también ofrecen importantes beneficios para la salud, gracias a los procesos naturales de fermentación que mejoran sus propiedades nutricionales.

El consumo regular de bebidas fermentadas puede contribuir a una mejor salud digestiva, inmunológica y metabólica, además de ser una fuente natural de probióticos y nutrientes. Son una opción saludable y ancestral que forma parte de muchas culturas, sobre todo la ecuatoriana (Stachelska et al., 2024).

2.2.7.3. Ventajas de las bebidas fermentadas de lactosuero

Una de las principales ventajas es el aprovechamiento de residuos lácteos, debido a que el lactosuero es un subproducto abundante en la industria quesera. Además, es rica en probióticos, ya que al fermentarse con bacterias lácticas (como *Lactobacillus* o *Bifidobacterium*), se convierte en una bebida probiótica que mejora la salud intestinal y fortalece el sistema inmunológico, a la vez, es una bebida de fácil digestión debido a que la fermentación rompe algunas proteínas y lactosa, haciendo que sea más digerible que la leche normal, incluso para personas con intolerancia leve a la lactosa. Usarlo en bebidas fermentadas evita el desperdicio y reduce la contaminación ambiental (Savaiano y Hutkins, 2021).

2.2.7.4. Tipos de bebidas de lactosuero

El lactosuero puede transformarse en una amplia variedad de bebidas fermentadas saludables, combinándolo con frutas, cereales o cultivos funcionales. Estas bebidas son nutritivas, sostenibles, probióticas y con gran potencial para la innovación alimentaria, especialmente en regiones productoras de queso como Ecuador. A continuación, se menciona algunas de ellas:

- Bebidas lácticas fermentadas probióticas

Estas utilizan microorganismos beneficiosos (probióticos) para fermentar el lactosuero:

Ejemplos:

- Suero fermentado con *Lactobacillus*: es una bebida ácida y refrescante, rica en ácido láctico, ideal para la flora intestinal.
- Bebidas con *Bifidobacterium* o *Streptococcus thermophilus*: mejoran la digestión y la absorción de nutrientes.
- Bebidas funcionales con frutas y suero fermentado

El suero se fermenta y se mezcla con frutas para mejorar sabor y contenido nutricional.

Ejemplos:

- Bebida fermentada de suero con maracuyá, naranjilla o piña, suero con jugo de zanahoria o remolacha fermentado, estas mezclas pueden incluir probióticos y se consumen como bebidas energéticas naturales.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La investigación tuvo un análisis cuantitativo de los datos recabados permitiendo encontrar rápidamente el desarrollo de tecnologías innovadoras. Esto permitió evaluar todas las características sensoriales para identificar el mejor tratamiento de la bebida fermentada, además de las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas.

3.1.2. Tipos de Investigación

Este proyecto se realizó mediante dos tipos de investigación aplicada la cual fue:

Bibliográfica: Se investigó bibliográficamente para fundamentar los conceptos relacionados con la variable a investigar lo cual se complementó con libros, revistas, tesis y artículos científicos

Experimental: Para la extracción del producto que se propone en el tema de esta investigación fue necesario ejecutar la fase experimental en el laboratorio con fin de controlar todos los parámetros técnicos de calidad cumpliendo así con las respectivas normas INEN.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula. El tipo de suero con bacterias ácido lácticas y pulpa de fruta no influyen en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida fermentada.

Hipótesis alternativa. El tipo de suero con bacterias ácido lácticas y pulpa de fruta influyen en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida fermentada.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.3.1. Definición de las variables

3.3.1.1. Variables independientes

- Suero de leche dulce 30 %, 50 % y 70 %.
- Suero de leche ácido 30 %, 50 % y 70 %.
- Relación de mezcla pulpa de mora, piña y naranjilla: 30 %, 50 % y 70 %.
- Bacterias ácido lácticas *Lactobacillus casei*.
- Bacterias ácido lácticas *Streptococcus thermophilus*.

3.3.1.2. Variable dependiente

- Características fisicoquímicas y microbiológicas del suero lácteo.
- Características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de la bebida láctea.

3.3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 3. Tabla de Operacionalización de variables

Tipo de Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumento
Independientes V.I. Tipo de suero lácteo Bacterias ácido lácticas	Características fisicoquímicas de suero lácteo	pH Acidez titulable Proteína láctea Grasa Láctea Ceniza	Método potenciométrico Valoración de acidez Método de Kjendhal Método de Gerber Determinación de cenizas por incineración en estufa	NTE INEN 0973 NTE INEN 13 NTE INEN 16 NTE INEN 12 NTE INEN 14
	Análisis microbiológico de suero de lácteo	Aerobios Mesófilos UFC/g Recuento de <i>Escherichia coli</i> <i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	Método de recuento microbiológico en cajas Petri	NTE INEN 1529-5 NTE INEN 1529-8 NTE INEN 1529-14 NTE INEN 1529-15
	Características fisicoquímicas	Grasa Determinación de pH Proteína Acidez titulable	Método de Gerber Método potenciométrico Método de Kjeldahl	NTE INEN 0013 NTE INEN 0973 NTE INEN 0012
Dependientes V.D. Bebida láctea.	Análisis microbiológico	Recuento de microorganismos Aerobios mesófilos UFC/g Recuento de <i>Escherichia coli</i> UFC/g <i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	Placas Petri film	Normas (NTE INEN e ISO) Petri film PTM 041701
	Características sensoriales	Color Olor Sabor Apariencia Aceptabilidad	Prueba de aceptación con escala hedónica de 7 puntos	Ficha técnica hoja de catación. NTE INEN-ISO 13301 para análisis sensorial de alimentos

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Análisis de composición proximal

Las pruebas experimentales se realizaron en los laboratorios de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Se realizó un análisis de composición como: proteína, ceniza, grasa, acidez, pH del suero láctico, de igual manera se realizó pulpa de mora, piña, naranjilla, así como una activación de bacterias ácido lácticas para la bebida fermentada.

3.4.2. Obtención de pulpas

Las frutas tropicales (mora, piña, naranjilla) fueron obtenidas del mercado sur de la ciudad de Tulcán, provincia del Carchi, se tomaron 5 Kg de cada fruta que se encontraban en estado semi maduro y maduro, luego se ejecutó un lavado sanitizante, se procedió a retirar la cascara de la fruta que conlleva, después la pulpa fue procesada mediante el uso de la licuadora Oster modelo Simpleblend 10, inmediatamente la pulpa fue cernida y almacenada en recipientes a una temperatura 4 °C en una refrigeradora Indurama modelo RI-480 Qz hasta su uso.

3.4.3. Activación de bacterias ácido lácticas

Las dos cepas de bacterias ácido lácticas *Lactobacillus casei* ATCC334 y *Streptococcus thermophilus* ATCC19258 por MEDIBAC INC, S.A para su posterior activación en *Lactobacillus* MRS AGAR(I), lo cual para *Lactobacillus casei* se incubó a una temperatura de 37 °C por un periodo de 72 horas en condiciones anaeróbicas, y para *Streptococcus thermophilus* a una temperatura 43 °C por un período de 72 horas. Luego de la activación, se realizó una siembra de ambas bacterias en cajas Petri con agar MRS hasta conseguir una concentración de 10^7 UFC/g el cual es proporción utilizada para la bebida fermentada.

3.4.4. Elaboración de los tratamientos

En la Figura 8 se representa el diagrama de proceso para la elaboración de los tratamientos de la bebida fermentada.

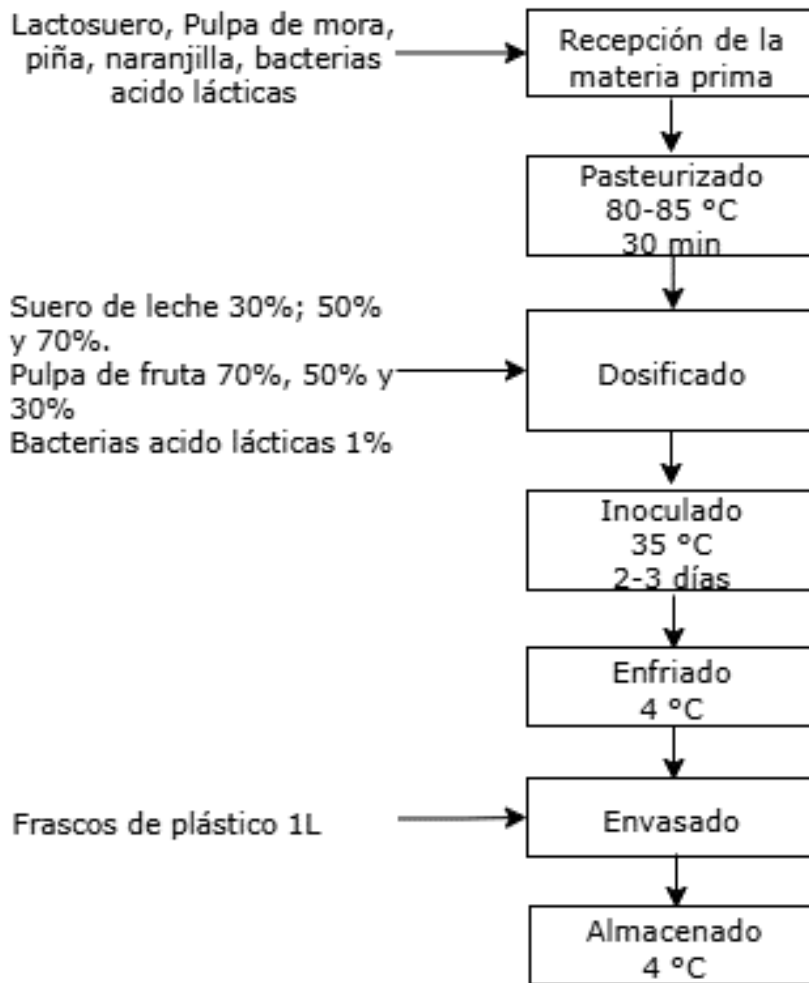


Figura 8. Diagrama de flujo elaboración de los tratamientos de la bebida

Descripción del diagrama de flujo en la bebida fermentada

Recepción. El suero de leche dulce y ácido se adecuó a las condiciones de almacenamiento de 4 °C y de igual manera la pulpa de mora, piña, naranjilla y las bacterias ácido lácticas.

Pasteurización. El suero lácteo se pasteurizó a una adecuada temperatura de 80 a 85 °C por 30 minutos para así poder eliminar microorganismos dañinos.

Dosificado. El suero de leche se usó en concentraciones de 30 %, 50 %, 70 %, de igual manera para las 3 pulpas se utilizó en una concentración de 30 %, 50 %, 70 %, y las bacterias ácido lácticas se obtuvo un 1 %.

Inoculación Al suero de leche con la pulpa de las frutas se mantuvo a una temperatura de 40 °C, las bacterias ácido-lácticas como es *Lactobacillus casei* fue a

una temperatura de 35.5 °C, mientras que *Streptococcus thermophilus* a una temperatura de 43 °C de lo cual se conlleva de 2 a 3 días de fermentación.

Enfriamiento. Luego que proceso de fermentación se enfrió la bebida hasta una temperatura de 4 °C con el fin de detener la fermentación.

Envasado. Se envaso en botellas de plástico con un contenido de 1 L.

Almacenado. La temperatura de la bebida fermentada fue a una temperatura de 4 °C.

3.4.5. Parámetros fisicoquímicos

Para el análisis de la bebida fermentada con bacterias ácido lácticas utilizamos los tratamientos de 500 mL que obtuvimos después de mezcla de todos los ingredientes y con cada número de tratamiento correspondiente.

3.4.6. Determinación de Proteína Láctea

Para la determinación del porcentaje de proteína en el suero se utilizó el método de Kjeldahl que describe en la norma INEN 2594:2011 que hace referencia a la cuantización del contenido de nitrógeno en suero de leche y productos lácteo.

Este método consiste en la digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado en presencia de un catalizador, con el fin de transformar el nitrógeno orgánico en iones amonio, posteriormente, mediante la adición de un álcali, se libera el amoniaco, el cual fue destilado y capturado en una solución de ácido bórico. El amoniaco retenido se valora por titulación con ácido clorhídrico, determinándose así el contenido total de nitrógeno. Finalmente, el valor obtenido se multiplica por el factor de 6.38 para calcular el contenido de proteína bruta de la muestra analizada.

Para esto se aplica la siguiente formula:

$$\% N = \frac{0.090 (V1 - V0)N}{m} \times 100 \%$$

$$P = \% N \times F$$

Valores:

N: contenido de nitrógeno en porcentaje de masa

V1: Volumen de la solución al 0.1 N de ácido clorhídrico

V0: Volumen de la solución al 0.1 N de ácido clorhídrico gastado en el ensayo en blanco

N: normalidad de la solución al 0.1 N de ácido clorhídrico

m: el peso de la muestra en gramos

F: factor de conversión 6.38

3.4.7. Determinación grasa láctea

Para la determinación del porcentaje de grasa en el suero se utilizó el método de Gerber que se describe en la norma INEN 2594:2011, la cual hace referencia a la separación de grasa dentro de un recipiente llamado butirómetro.

El método de Gerber se basa en el empleo de un butirómetro; dentro de este dispositivo medidor se trata la fracción proteica de la leche con ácido sulfúrico caliente. De esta manera se logra además de destruir la membrana globular, la disolución total de las caseínas y una buena separación de las dos fases. Mediante una centrifugación posterior se separa la grasa liberada y se lee directamente su volumen en una escala graduada. (Alais, 2022)

Finalmente, el porcentaje de grasa se determina de acuerdo con la lectura final que se obtiene en el butirómetro, si la lectura indica, por ejemplo, 0.45 mL de grasa, eso corresponde a una 0.45 % y con la fórmula general es:

$$\% \text{ grasa} = \left(\frac{\text{volumen de grasa}}{\text{volumen de muestra}} \right) * 100$$

3.4.8. Determinación de ceniza

Este método se basa en las sustancias inorgánicas y oxidación de compuestos minerales por medio de incineración a una temperatura de 550 °C. en método utilizado en este estudio se basó en la norma INEN 786:1985.

Procedimiento

1. Tarar los crisoles en la estufa a 100 °C por una hora
2. Colocar los crisoles en el desecador, dejar enfriar durante 15 minutos y pesar en la balanza.
3. Pesar 10 mL de muestra con ayuda de pipeta de 10 mL y colocar en el crisol.

4. Colocar los crisoles en la mufla con ayuda de una pinza y llevar a una temperatura de 550 °C durante 3-5 horas, hasta conseguir cenizas de color gris claro.
5. Colocar los crisoles en el desecador dejar enfriar y pesar el crisol con las cenizas.

La ecuación para determinar el porcentaje de ceniza es la siguiente:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(MC - C)}{M} \times 100$$

Donde:

MC: Peso de la muestra más el crisol (después de la calcinación)

C: Peso del crisol tarado

M: Peso de la muestra

3.4.9. Determinación de acidez titulable

Este análisis es importante para evaluar la frescura y calidad del suero lácteo, debido a que la acidez titulable es un indicador de frescura y calidad del suero lácteo. Un aumento en la acidez puede indicar deterioro o contaminación en el producto final.

Se lo determina trabajando con 10 mL de muestra y NaOH sosa 0.111 N (N/9). Como indicador se emplean 0.5 mL de solución alcohólica de fenolftaleína al 1 % y la valoración se da por terminada cuando aparece una coloración rosada fácilmente perceptible. (Chiñas & Guillén, 2023)

3.4.10. Determinación de pH

La determinación del pH en una bebida láctea es determinante para evaluar su calidad y frescura. De igual manera, indica la acidez o alcalinidad de una sustancia que se debe encontrar dentro de los rangos establecidos para garantizar la seguridad, calidad y el buen estado del producto.

3.4.11. Determinación de °Brix

La determinación de los grados Brix en una bebida láctea se realiza principalmente utilizando un refractómetro digital. Esta técnica consiste en medir el índice de refracción de la luz en la muestra, que está directamente relacionado con la concentración de sólidos disueltos, principalmente azúcares.

3.4.12. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó con el fin de verificar la inocuidad del producto este ensayo se realizó por triplicado a todos los tratamientos. Con el fin de evaluar la calidad y comprobar que la carga microbiana benéfica (como bacterias lácticas) esté en niveles adecuados para mantener las propiedades del producto. También poder cumplir con normativas y así poder confirmar que los recuentos y la ausencia/presencia de ciertos microorganismos cumplan los límites establecidos por normas sanitarias.

3.4.13 Análisis Sensorial

La evaluación sensorial consistió en analizar en una bebida fermentada, mediante los sentidos humanos (vista, olfato, gusto, tacto e incluso oído), las características organolépticas del producto para determinar su aceptabilidad, calidad y conformidad con estándares de calidad que debe cumplir el producto.

Lo cual se evaluó todos los tratamientos y fueron sometidos a pruebas de aceptabilidad con un panel de 60 personas con una escala hedónica estructurada de 7 puntos (me disgusta extremadamente, me disgusta mucho, me disgusta ligeramente, ni me gusta ni me disgusta, me gusta un poco, me gusta mucho, me gusta extremadamente) una vez realizado se recogió la impresión de los panelistas, para cada uno de los atributos evaluados fueron: color, olor, sabor, Apariencia, Aceptación global, las muestras fueron presentadas con códigos, y en vasos de 1 onza con 30 mL con contenido de la muestra, los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente en ANOVA para cada uno de los tratamientos.

Además, se empleó para verificar que la bebida cumpla con el perfil sensorial esperado y para conocer la percepción del consumidor.

3.5. RECURSOS

La Tabla 4 detalla los recursos utilizados en la investigación.

Tabla 4. Recursos utilizados

Institucionales	Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Equipos	Licuada Oster Refrigeradora Indurama Cocineta industrial Balanza analítica Mettler Toledo Brixometro digital Hanna modelo HI96801 Potenciómetro Estufa Baño María Mermenet Cámara de flujo laminar modelo 1300 serie A2 Autoclave Biobase Incubadora Fanene 502 Desecador Mufla Stomaker Digestor Kjeldahl Velp DK6 Destilador de nitrógeno para Kjeldhal Centrifugadora. Mechero de bunsen Soporte universal Pinzas para crisoles
Reactivos	Hidróxido de sodio Fenolftaleína Ácido Sulfúrico Ácido bórico ácido sulfúrico Indicador Shiro Tashiro Alcohol isoamílico Agar MRS Agar cerebro corazón Agua Peptona Agua destilada Pastillas Kjeldahl Alcohol.
Materiales	Vasos de precipitación de 100 mL, 250mL,600mL,2000 mL Mesa de trabajo Ollas Crisoles Fundas Ziploc Espátula Matraces Erlenmeyer de 100mL, 250mL y 1000mL Bureta Soporte universal Pinza bureta Cajas Petro Pipetas volumétricas de 1ml
Insumos	Lactosuero Piña Mora Naranja Azúcar Agua destilada Agar MRS Agua peptona Agua

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental será completamente aleatorio con un nivel de significancia del 0.05 con el fin de determinar las diferencias estadísticas significativas entre cada uno del tratamiento, y posterior a esto se utilizará la prueba de Tukey para determinar el nivel de significancia entre comparaciones múltiples. Se realizó un diseño experimental de 3 factores por cada etapa con 3 repeticiones.

De tal manera que este diseño ayudó a determinar cuál es el tratamiento más factible, en cuanto a las características sensoriales, fisicoquímicas, de acuerdo con la norma NTE INEN 2609 para bebidas de suero. Los factores de estudio para la elaboración de la bebida fermentada con bacterias ácido lácticas son:

Factor A: Porcentaje del suero para la bebida fermentada

En la Tabla 5 se aprecia el porcentaje de suero a utilizar en la elaboración de la bebida fermentada.

Tabla 5. Porcentaje del suero para la bebida fermentada

Tipo de suero	Niveles	% del suero
Suero dulce	A ₁	30, 50, 70
Suero ácido	A ₂	30, 50, 70

Factor B: Porcentaje de pulpa de fruta

En la Tabla 6 se señala el porcentaje de pulpa para agregar en la bebida fermentada.

Tabla 6. Porcentaje de pulpa en la bebida fermentada.

Tipo de fruta	Nivel	Porcentaje
Mora	B ₁	70, 50, 30
Piña	B ₂	70, 50, 30
Naranja	B ₃	70, 50, 30

Factor C: Concentración del BAL

En la Tabla 7 se señala la concentración de bacterias ácido lácticas en la bebida fermentada.

Tabla 7. Concentración de bacterias ácido lácticas

Cepa	Niveles	Concentración del BAL (%)
<i>Lactobacillus Casei</i>	C ₁	1
<i>Streptococcus thermophilus</i>	C ₂	1

En las Tablas 8 al 11 se detalla el esquema experimental de la investigación.

Tabla 8. Esquema de experimento con suero dulce y *Lactobacillus casei*

Tratamiento	Combinaciones suero dulce	Réplicas
1	30 % Suero dulce + 70 % mora (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_1b_1c_1$
2	50 % Suero dulce+ 50 % mora (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_1b_1c_1$
3	70 % suero dulce + 30 % mora (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_1b_1c_1$
4	30 % suero dulce+ 70 % piña (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_1b_2c_1$
5	50 % Suero Dulce + 50 % piña (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_1b_2c_1$
6	70 % Suero Dulce + 30 % piña (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_1b_2c_1$
7	30 % suero dulce+ 70 % naranjilla (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_1b_3c_1$
8	50 % Suero Dulce + 50 % naranjilla (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_1b_3c_1$
9	70 % Suero Dulce + 30 % naranjilla (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_1b_3c_1$

Tabla 9. Esquema de experimento con suero ácido y *Lactobacillus casei*

Tratamiento	Combinaciones suero ácido	Réplicas
10	30 % Suero ácido + 70 % mora (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_2b_1c_1$
11	50 % Suero ácido+ 50 % Mora (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_2b_1c_1$
12	70 % Suero ácido + 30 % Mora (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_2b_1c_1$
13	30 % Suero ácido + 70 % Piña (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_2b_2c_1$
14	50 % Suero ácido + 50 % Piña (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_2b_2c_1$
15	70 % Suero ácido + 30 % Piña (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_2b_2c_1$
16	30 % Suero ácido + 70 % Naranjilla (pulpa) + 1 % bacteria acido (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_2b_3c_1$
17	50 % Suero ácido + 50 % Naranjilla (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_2b_3c_1$
18	70 % Suero acido + 30% Naranjilla (pulpa) + 1 % bacteria acido (<i>Lactobacillus casei</i>)	$a_2b_3c_1$

Tabla 10. Esquema de experimento con suero dulce y *Streptococcus thermophilus*

Tratamiento	Combinaciones suero dulce	Réplicas
19	30 % Suero dulce + 70 % mora (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_1b_1c_2$
20	50 % Suero dulce+ 50 % mora (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_1b_1c_2$
21	70 % suero dulce + 30 % mora (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_1b_1c_2$
22	30 % suero dulce+ 70 % piña (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_1b_2c_2$
23	50 % Suero Dulce + 50 % piña (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_1b_2c_2$
24	70 % Suero Dulce + 30 % piña (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_1b_2c_2$
25	30 % suero dulce+ 70 % naranjilla (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_1b_3c_2$
26	50 % Suero Dulce + 50 % naranjilla (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_1b_3c_2$
27	70 % Suero Dulce + 30 % naranjilla (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_1b_3c_2$

Tabla 11. Esquema de experimento con suero ácido y *Streptococcus thermophilus*.

Tratamiento	Combinaciones suero ácido	Réplicas
28	30 % Suero ácido + 70 % mora (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_2b_1c_2$
29	50 % Suero ácido+ 50 % mora (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_2b_1c_2$
30	70 % suero ácido + 30% mora (pulpa) + 1% bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_2b_1c_2$
31	30 % suero ácido+ 70 % piña (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_2b_2c_2$
32	50 % Suero ácido + 50 % piña (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_2b_2c_2$
33	70 % Suero ácido + 30 % piña (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_2b_2c_2$
34	30 % suero ácido+ 70 % naranjilla (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_2b_3c_2$
35	50 % Suero ácido + 50 % naranjilla (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_2b_3c_2$
36	70 % Suero ácido + 30 % naranjilla (pulpa) + 1 % bacteria acido láctica (<i>Streptococcus thermophilus</i>)	$a_2b_3c_2$

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la investigación se utilizará un Diseño Completamente al azar (DCA), con tres factores (A*B*C), donde se va a representar el porcentaje de suero de leche (dulce y ácido), el factor B es el porcentaje de la pulpa de fruta y el factor C es el tipo de bacteria ácido láctica.

3.7.1. Población y muestra

En el proyecto de investigación se da conocer una población a los porcentajes de las concentraciones de los factores de suero de leche, bacterias ácido lácticas y pulpa de fruta, que se utilizaron para la elaboración de la bebida fermentada.

El arreglo factorial será de la siguiente manera:

- Numero de tratamientos: 36
- Numero de repeticiones: 3
- Unidades experimentales: 108

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Análisis de la materia prima

4.1.1.1. Características fisicoquímicas del suero lácteo

Los resultados del análisis fisicoquímico del suero lácteo se muestran en la Tabla 12, donde se observa que no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) en el contenido de proteína y grasa entre el suero dulce y ácido. Sin embargo, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en los parámetros de ceniza, acidez y pH, donde el suero ácido presentó un mayor porcentaje de acidez (0.34 % de ácido láctico) y un pH más bajo (5.05) en comparación con el suero dulce (acidez: 0.12 % de ácido láctico; pH: 6.57), en el contenido de cenizas en suero dulce 0.65 % y en ácido 0.57 %.

Tabla 12. Características fisicoquímicas del suero lácteo

Parámetros	Unidad	NTE INEN 2594: 2011 Suero de leche líquido					
		Suero		Suero de leche dulce		Suero de leche ácido	
		Dulce	Ácido	Mín	Máx	Mín	Máx
Proteína	%	0.80 ± 0.04 ^A	0.88 ± 0.04 ^A	0.8	-	0.8	-
Ceniza	%	0.65 ± 0.02 ^A	0.57 ± 0.02 ^B	-	0.7	-	0.7
Grasa	%	0.13 ± 0.06 ^A	0.13 ± 0.06 ^A	-	0.3	-	0.3
Acidez	%	0.12 ± 0.01 ^B	0.34 ± 0.01 ^A	-	0.16	0.35	-
pH		6.57 ± 0.09 ^A	5.05 ± 0.09 ^B	6.8	6.4	5.5	4.8

Los resultados corresponden a la media de tres repeticiones ± la desviación estándar, donde letras diferentes en la misma fila indican diferencia significativa con un 95 % de confianza.

4.1.1.2. Análisis microbiológicos del suero lácteo

En la Tabla 13 se presentan los resultados del análisis microbiológico realizado al suero lácteo en aerobios mesófilos, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

Tabla 13. Análisis microbiológicos del suero lácteo

Requisito microbiológico	Unidad	Suero		NTE INEN 2594: 2011. Suero de leche líquido	
		Dulce	Ácido	Mín	Máx
Aerobios mesófilos	UFC/g	4.0×10^3	4.0×10^3	30 000	100 000
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	$< 1.0 \times 10^1$ Estimado	$< 1.0 \times 10^1$ Estimado	< 10	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	$< 1.0 \times 10^1$ Estimado	$< 1.0 \times 10^1$ Estimado	< 100	100

Los resultados corresponden a la media de tres repeticiones, donde $< 1.0 \times 10^1$ Estimado hace referencia a que no contiene colonias del requisito microbiológico correspondiente.

Los resultados microbiológicos obtenidos para ambos tipos de suero lácteo (dulce y ácido) demuestran un cumplimiento satisfactorio de los criterios establecidos en la norma NTE INEN 2594:2011. Los recuentos de aerobios mesófilos presentan un valor de 4.0×10^3 UFC/g en ambas muestras, encontrándose por debajo de los límites permitidos. Se encontró la ausencia de *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* con valores de $< 1.0 \times 10^1$ Estimado, resultados que se ajustan a los requisitos de la norma (< 10 UFC/g y < 100 UFC/g, respectivamente).

El análisis de lactosuero indicó estándares fisicoquímicos y microbiológicos óptimos como materia prima se encuentran en las condiciones adecuadas para el desarrollo de las bebidas fermentadas.

4.1.2. Análisis de las bebidas fermentadas

4.1.2.1. Características fisicoquímicas de las bebidas fermentadas

Para la caracterización fisicoquímica en las bebidas fermentadas con suero dulce y ácido (30, 50 y 70 %), bacterias ácido-lácticas al 1 % (*Lactobacillus casei* y *Streptococcus thermophilus*) y pulpa de mora, piña y naranjilla (70, 50, 30 %) se analizó el contenido de proteína, ceniza, acidez, pH, °Brix iniciales y °Brix finales presentados en la Tabla 14.

Tabla 14. Resultados fisicoquímicos de las bebidas fermentadas

Suero	Bacteria ácido-láctica	Pulpa	Tratamientos	Características fisicoquímicas						
				Proteína (%)	Geniza (%)	Acidez (%)	pH	°Brix inicial	°Brix final	°Brix ajustado
Dulce	<i>L. casei</i>	Mora	T1	0.44 ± 0.03 ^{DF}	0.65 ± 0.003 ^{CF}	0.39 ± 0.09 ^A	3.67 ± 0.25 ^A	9.80 ± 0.10 ^{DE}	14.30 ± 0.10 ^{CE}	16.10 ± 0.10 ^A
			T2	0.40 ± 0.00 ^{DH}	0.63 ± 0.003 ^{CH}	0.26 ± 0.04 ^A	3.60 ± 0.19 ^A	9.30 ± 0.10 ^{GI}	14.20 ± 0.10 ^{DE}	16.00 ± 0.10 ^A
			T3	0.36 ± 0.03 ^{FJ}	0.61 ± 0.002 ^{EI}	0.41 ± 0.11 ^A	3.85 ± 0.37 ^A	9.50 ± 0.10 ^{EG}	14.60 ± 0.10 ^{AC}	16.00 ± 0.10 ^A
		Piña	T4	0.36 ± 0.03 ^{FJ}	0.53 ± 0.001 ^{JM}	0.29 ± 0.05 ^A	3.68 ± 0.30 ^A	9.00 ± 0.10 ^J	13.00 ± 0.10 ^G	16.00 ± 0.10 ^A
			T5	0.38 ± 0.03 ^{EI}	0.67 ± 0.01 ^{CE}	0.34 ± 0.02 ^A	3.85 ± 0.34 ^A	8.30 ± 0.10 ^{KL}	13.50 ± 0.10 ^F	16.00 ± 0.10 ^A
			T6	0.44 ± 0.03 ^{DF}	0.65 ± 0.0004 ^{CF}	0.30 ± 0.17 ^A	3.84 ± 0.43 ^A	8.20 ± 0.10 ^{KM}	13.10 ± 0.10 ^G	16.10 ± 0.10 ^A
		Naranja	T7	0.33 ± 0.03 ^{GK}	0.59 ± 0.01 ^{FJ}	0.29 ± 0.01 ^A	3.61 ± 0.19 ^A	8.50 ± 0.10 ^K	10.50 ± 0.10 ^{NO}	16.20 ± 0.10 ^A
			T8	0.38 ± 0.03 ^{EI}	0.63 ± 0.002 ^{CH}	0.31 ± 0.01 ^A	3.80 ± 0.34 ^A	8.10 ± 0.10 ^{LM}	12.10 ± 0.10 ^I	16.10 ± 0.10 ^A
			T9	0.42 ± 0.03 ^{DG}	0.55 ± 0.001 ^{IM}	0.31 ± 0.01 ^A	3.80 ± 0.31 ^A	8.20 ± 0.10 ^{KM}	13.60 ± 0.10 ^F	16.10 ± 0.10 ^A
Ácido	<i>L. casei</i>	Mora	T10	0.42 ± 0.03 ^{DG}	0.64 ± 0.001 ^{CH}	0.29 ± 0.03 ^A	3.37 ± 0.07 ^A	9.70 ± 0.10 ^{DF}	10.20 ± 0.10 ^O	16.10 ± 0.10 ^A
			T11	0.38 ± 0.03 ^{EI}	0.63 ± 0.002 ^{CH}	0.26 ± 0.05 ^A	3.63 ± 0.06 ^A	9.10 ± 0.10 ^{HJ}	14.00 ± 0.10 ^E	16.00 ± 0.10 ^A
			T12	0.36 ± 0.03 ^{FJ}	0.62 ± 0.0003 ^{DH}	0.32 ± 0.01 ^A	4.00 ± 0.09 ^A	8.20 ± 0.10 ^{KM}	12.50 ± 0.10 ^H	16.00 ± 0.10 ^A
		Piña	T13	0.50 ± 0.03 ^{CD}	0.63 ± 0.02 ^{CH}	0.29 ± 0.05 ^A	3.89 ± 0.12 ^A	10.00 ± 0.10 ^{CD}	12.00 ± 0.10 ^J	16.00 ± 0.10 ^A
			T14	0.31 ± 0.03 ^{HK}	0.58 ± 0.01 ^{HL}	0.30 ± 0.05 ^A	3.98 ± 0.15 ^A	9.00 ± 0.10 ^J	13.00 ± 0.10 ^G	16.00 ± 0.10 ^A
			T15	0.44 ± 0.03 ^{DF}	0.64 ± 0.001 ^{CH}	0.20 ± 0.01 ^A	4.12 ± 0.12 ^A	8.20 ± 0.10 ^{KM}	12.60 ± 0.10 ^H	16.10 ± 0.10 ^A
		Naranja	T16	0.34 ± 0.00 ^{FK}	0.60 ± 0.0006 ^{FI}	0.38 ± 0.07 ^A	3.58 ± 0.17 ^A	6.50 ± 0.10 ^Q	9.50 ± 0.10 ^P	16.10 ± 0.10 ^A
			T17	0.44 ± 0.03 ^{DF}	0.52 ± 0.003 ^{LM}	0.29 ± 0.01 ^A	4.02 ± 0.34 ^A	6.90 ± 0.10 ^P	10.50 ± 0.10 ^{NO}	16.10 ± 0.10 ^A
			T18	0.56 ± 0.03 ^C	0.52 ± 0.01 ^{LM}	0.26 ± 0.05 ^A	3.85 ± 0.29 ^A	6.90 ± 0.10 ^P	10.40 ± 0.10 ^{NO}	16.00 ± 0.10 ^A
Dulce	<i>S. thermophilus</i>	Mora	T19	0.31 ± 0.03 ^{HK}	0.62 ± 0.001 ^{DH}	0.38 ± 0.12 ^A	4.13 ± 0.67 ^A	9.40 ± 0.10 ^{FH}	14.80 ± 0.10 ^A	16.00 ± 0.10 ^A
			T20	0.50 ± 0.03 ^{CD}	0.65 ± 0.0006 ^{CG}	0.34 ± 0.16 ^A	4.18 ± 0.41 ^A	10.20 ± 0.10 ^{BC}	14.40 ± 0.10 ^{BD}	16.00 ± 0.10 ^A
			T21	0.31 ± 0.03 ^{HK}	0.59 ± 0.003 ^{FI}	0.32 ± 0.08 ^A	3.72 ± 0.54 ^A	7.90 ± 0.10 ^{MN}	11.20 ± 0.10 ^M	16.00 ± 0.10 ^A
		Piña	T22	0.48 ± 0.03 ^{CE}	0.64 ± 0.001 ^{CH}	0.32 ± 0.17 ^A	3.83 ± 0.22 ^A	10.60 ± 0.10 ^A	14.00 ± 0.10 ^E	16.10 ± 0.10 ^A
			T23	0.50 ± 0.03 ^{CD}	0.52 ± 0.001 ^{KM}	0.37 ± 0.17 ^A	3.97 ± 0.27 ^A	9.50 ± 0.10 ^{EG}	14.70 ± 0.10 ^{AB}	16.00 ± 0.10 ^A
			T24	0.25 ± 0.03 ^K	0.75 ± 0.0006 ^B	0.26 ± 0.05 ^A	4.04 ± 0.33 ^A	8.90 ± 0.10 ^J	12.30 ± 0.10 ^{HI}	16.00 ± 0.10 ^A
		Naranja	T25	0.84 ± 0.03 ^A	0.50 ± 0.0004 ^{MN}	0.32 ± 0.12 ^A	4.11 ± 0.77 ^A	8.30 ± 0.10 ^{KL}	10.40 ± 0.10 ^{NO}	16.00 ± 0.10 ^A
			T26	0.73 ± 0.03 ^B	0.89 ± 0.12 ^A	0.35 ± 0.04 ^A	4.32 ± 0.40 ^A	7.30 ± 0.10 ^O	11.70 ± 0.10 ^{JK}	16.10 ± 0.10 ^A
			T27	0.77 ± 0.03 ^{AB}	0.91 ± 0.002 ^A	0.24 ± 0.04 ^A	4.22 ± 0.33 ^A	8.40 ± 0.10 ^{KL}	11.50 ± 0.10 ^{KM}	16.00 ± 0.10 ^A
Ácido	<i>S. thermophilus</i>	Mora	T28	0.38 ± 0.03 ^{EI}	0.45 ± 0.003 ^N	0.39 ± 0.14 ^A	3.85 ± 0.69 ^A	9.50 ± 0.10 ^{EG}	14.10 ± 0.10 ^{DE}	16.00 ± 0.10 ^A
			T29	0.29 ± 0.00 ^K	0.63 ± 0.003 ^{CH}	0.30 ± 0.04 ^A	3.76 ± 0.45 ^A	10.40 ± 0.10 ^{AB}	14.80 ± 0.10 ^A	16.10 ± 0.10 ^A
			T30	0.48 ± 0.03 ^{CE}	0.59 ± 0.003 ^{GK}	0.44 ± 0.20 ^A	3.86 ± 0.30 ^A	9.60 ± 0.10 ^{EG}	14.20 ± 0.10 ^{DE}	16.00 ± 0.10 ^A
		Piña	T31	0.50 ± 0.03 ^{CD}	0.60 ± 0.0003 ^{FI}	0.34 ± 0.14 ^A	3.72 ± 0.34 ^A	10.50 ± 0.10 ^{AB}	14.70 ± 0.10 ^{AB}	16.10 ± 0.10 ^A
			T32	0.27 ± 0.03 ^{JK}	0.49 ± 0.001 ^{MN}	0.34 ± 0.11 ^A	3.89 ± 0.36 ^A	8.50 ± 0.10 ^K	10.70 ± 0.10 ^N	16.00 ± 0.10 ^A
			T33	0.44 ± 0.03 ^{DF}	0.69 ± 0.0007 ^C	0.35 ± 0.12 ^A	3.88 ± 0.56 ^A	9.10 ± 0.10 ^{KJ}	14.40 ± 0.10 ^{BD}	16.10 ± 0.10 ^A
		Naranja	T34	0.33 ± 0.03 ^{GK}	0.69 ± 0.004 ^C	0.37 ± 0.14 ^A	4.02 ± 0.55 ^A	7.70 ± 0.10 ^N	11.30 ± 0.10 ^{LM}	16.00 ± 0.10 ^A
			T35	0.27 ± 0.03 ^{JK}	0.68 ± 0.0006 ^{CD}	0.26 ± 0.04 ^A	3.94 ± 0.44 ^A	8.30 ± 0.10 ^{KL}	10.70 ± 0.10 ^N	16.00 ± 0.10 ^A
			T36	0.42 ± 0.03 ^{DG}	0.62 ± 0.002 ^{DH}	0.27 ± 0.06 ^A	3.65 ± 0.35 ^A	7.30 ± 0.10 ^O	11.60 ± 0.10 ^{KL}	16.00 ± 0.10 ^A

Los resultados se expresan como media de las 3 repeticiones ± desviación estándar donde letras diferentes en la misma columna por cada tipo de pulpa indican diferencia significativa con un 95 % de confianza.

- **Proteína**

El contenido de proteína en las bebidas fermentadas presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos en un rango entre 0.25 % (T24: 70 % suero dulce + 30 % pulpa de piña + 1 % *S. thermophilus*) y 0.84 % (T25: 30 % suero dulce + 70 % pulpa de naranjilla + 1 % *S. thermophilus*). Las formulaciones elaboradas con suero dulce mostraron mayor concentración de proteína respecto a las de suero ácido. La pulpa de naranjilla con *S. thermophilus* y suero dulce con el 70 % (T25), 50 % (T26) y 30 % (T27) presentaron valores de 0.84, 0.73 y 0.77 % respectivamente, superando el mínimo de 0.4 % de proteína láctea establecido por la NTE INEN 2609: 2012, confirmando su combinación para aprovechar el subproducto de suero lácteo.

- **Ceniza**

El contenido de ceniza indica diferencias significativas ($p < 0.05$) entre un rango de 0.45 % (T28: 30 % suero ácido + 70 % pupa de mora + 1 % *S. thermophilus*) y 0.91 % (T27: 70 % suero dulce + 30 % pulpa de naranjilla + 1 % *S. thermophilus*). Los tratamientos T27 y T26, ambos formulados con suero dulce, *S. thermophilus* y pulpa de naranjilla, presentaron los valores más elevados de ceniza (0.91 y 0.89 % respectivamente), indicando que esta combinación tiene una tendencia a valores más altos. Los tratamientos T28 y T32 (50 % suero ácido, 50 % pulpa de piña, 1 % *S. thermophilus*) registraron los valores más bajos (0.45 y 0.49 % respectivamente), donde las combinaciones en suero ácido tendieron a tener los niveles más bajos. Esto indica que la pulpa de naranjilla aporta más minerales a la bebida fermentada que las demás frutas evaluadas, y en medio dulce se logra el mayor aprovechamiento con un 70 % de suero.

- **Acidez**

Los resultados de acidez titulable no presentan diferencias significativas ($p > 0.05$). Este patrón sugiere que, bajo las condiciones de fermentación aplicadas, la producción de ácido láctico por parte de ambas cepas bacterianas alcanzó un nivel de equilibrio o saturación similar en todas las formulaciones, independientemente de las variaciones en el tipo de suero o fruta. Los valores se encuentran en un rango entre 0.20 % (T15: 70 % suero ácido, 30 % pulpa de piña, 1 % *L. casei*) a 0.44 % (70 % suero ácido, 30 % pulpa de mora, 1 % *S. thermophilus*) óptimos para el desarrollo de las bebidas fermentadas.

- **pH**

El pH de las bebidas fermentadas varió entre 3.37 (T10: 30 % suero ácido + 70 % pulpa de mora + 1 % *L. casei*) y 4.32 (T26: 50 % suero dulce + 50 % pulpa de naranjilla + 1 % *S. thermophilus*). De manera similar a la acidez, el análisis estadístico reveló que las diferencias en pH entre los tratamientos no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$). Se identificó una tendencia general, donde las formulaciones que incorporaron *L. casei* (como T10 con suero ácido y mora, pH 3.37) de exhibir valores de pH más bajos. Por otro lado, los tratamientos con *S. thermophilus* (como T26 con suero dulce y naranjilla, pH 4.32) generalmente resultaron en pH ligeramente más altos. Estos niveles de pH son óptimos para el desarrollo de las bebidas fermentadas.

- **°Brix inicial**

Los sólidos solubles iniciales presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) y se encontraron en un rango entre 6.50 °Brix (T16: 30 % suero ácido + 70 % pulpa de naranjilla + 1 % *L. casei*) y 11.10 °Brix (T29: suero ácido con *S. thermophilus* y mora, T29). Las formulaciones con mora registraron los valores más altos de sólidos solubles, mientras que las de naranjilla, particularmente en combinación con *L. casei* en suero ácido, mostraron los más bajos. Esto indica que la fruta utilizada tiene una influencia decisiva sobre el aporte de azúcares fermentables. La magnitud de los °Brix iniciales es un factor crítico, ya que determina la disponibilidad de sustrato para la actividad metabólica de las bacterias durante la fermentación.

- **°Brix final**

Los sólidos solubles al final de la fermentación presentaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en un rango de 9.50 (T16: 30 % suero ácido + 70 % pulpa de naranjilla + 1 % *L. casei*) y 14.80 (T19: 30 % suero dulce + 70 % pulpa de mora + 1 % *S. thermophilus*). Se evidencia que las combinaciones con mora en suero dulce conservaron la mayor cantidad de azúcares al final de la fermentación, mientras que las de naranjilla alcanzaron los valores más bajos, lo que refleja un mayor consumo de azúcares durante el proceso fermentativo. Para cumplir con los requisitos de la normativa, se ajustan los °Brix de todas las bebidas.

- **°Brix ajustados**

Los sólidos solubles ajustados al final de la fermentación permanecieron constantes en 16.0 ± 0.1 °Brix en todas las formulaciones, sin variaciones significativas entre

tratamientos ($p > 0.05$). Esto se debe a que la variable fue controlada experimentalmente con el fin de estandarizar el contenido inicial de sólidos solubles en todas las bebidas antes de la fermentación.

4.1.2.2. Análisis microbiológicos de las bebidas fermentadas

La Tabla 15 refleja los resultados del análisis microbiológico de las bebidas fermentadas, evaluando los recuentos de aerobios mesófilos, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*.

Tabla 15. Resultados microbiológicos de las bebidas fermentadas

Requisito microbiológico	Mezcla	Tratamientos			NTE INEN 2609: 2012 Bebidas de suero	
		Mora	Piña	Naranja	Mín	Máx
Aerobios mesófilos (UFC/g)	Suero ácido – <i>L. casei</i>	5.7×10^3	5.7×10^3	5.7×10^3	30 000	100 000
	Suero dulce – <i>L. casei</i>	5.7×10^3	7.3×10^3	5.7×10^3		
	Suero ácido – <i>S. thermophilus</i>	1.1×10^3	4.0×10^2	1.0×10^3		
	Suero dulce – <i>S. thermophilus</i>	1.1×10^3	1.1×10^3	1.0×10^3		
<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	Suero ácido – <i>L. casei</i>	$< 1.0 \times 10^1$	$< 1.0 \times 10^1$	$< 1.0 \times 10^1$	< 10	-
	Suero dulce – <i>L. casei</i>	Estimado	Estimado	Estimado		
	Suero ácido – <i>S. thermophilus</i>	Estimado	Estimado	Estimado		
	Suero dulce – <i>S. thermophilus</i>	Estimado	Estimado	Estimado		
	Suero dulce – <i>S. thermophilus</i>	Estimado	Estimado	Estimado		
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	Suero ácido – <i>L. casei</i>	4.3×10^1	4.3×10^1	4.3×10^1	< 100	100
	Suero dulce – <i>L. casei</i>	4.3×10^1	4.3×10^1	4.3×10^1		
	Suero ácido – <i>S. thermophilus</i>	$< 1.0 \times 10^1$	$< 1.0 \times 10^1$	$< 1.0 \times 10^1$		
	Suero dulce – <i>S. thermophilus</i>	Estimado	Estimado	Estimado		
	Suero dulce – <i>S. thermophilus</i>	Estimado	Estimado	Estimado		

Los resultados corresponden a la media de tres repeticiones, donde $< 1.0 \times 10^1$ Estimado hace referencia a que no contiene colonias del requisito microbiológico correspondiente.

Para aerobios mesófilos, las formulaciones inoculadas con *L. casei* en suero ácido y adicionadas con pulpa de mora, piña y naranja presentaron un valor de 5.7×10^3 UFC/g; y en medio dulce, el mismo valor se obtuvo en la mezcla con mora y naranja, y 7.3×10^3 UFC/g con piña. En los tratamientos con *S. thermophilus* en medio ácido alcanzaron 7.3×10^3 UFC/g en mora, 4.0×10^2 UFC/g en piña y 1.0×10^3 UFC/g naranja; mientras que con suero dulce se obtuvieron valores de 1.1×10^3 UFC/g en combinaciones con mora y piña, y 1.0×10^3 UFC/g en naranja. En todos los casos, estos resultados se encontraron por debajo del rango establecido por la normativa

(30 000 – 100 000 UFC/g), lo cual refleja una baja carga microbiana general en las bebidas fermentadas evaluadas.

Respecto a *Escherichia coli*, todas las formulaciones, tanto en suero ácido como en suero dulce, y con ambos cultivos (*L. casei* y *S. thermophilus*), adicionadas con pulpa de mora, piña y naranjilla, presentaron recuentos inferiores a 1.0×10^1 UFC/g o valores estimados por debajo de este límite. Estos resultados cumplen plenamente con la exigencia normativa, que establece un máximo de < 10 UFC/g, confirmando la ausencia significativa de este microorganismo indicador de contaminación.

En cuanto a *Staphylococcus aureus*, las bebidas formuladas con suero ácido y suero dulce en combinación con *L. casei* y las tres pulpas de fruta (mora, piña y naranjilla) mostraron valores de 4.3×10^1 UFC/g. En cambio, las formulaciones con *S. thermophilus*, tanto en suero ácido como en suero dulce, presentaron recuentos inferiores a 1.0×10^1 UFC/g o estimados por debajo de ese límite. En todos los casos, los resultados se situaron dentro del rango permitido por la norma (< 100 UFC/g), lo cual indica conformidad en términos de inocuidad microbiológica para las bebidas fermentadas.

De acuerdo con la NTE INEN 2609: 2012, que establece los requisitos para bebidas de suero destinadas al consumo humano, los parámetros microbiológicos son críticos para garantizar la inocuidad del producto. Los resultados demuestran que todas las formulaciones de las bebidas fermentadas cumplen con los estándares microbiológicos de inocuidad alimentaria, donde todos los parámetros evaluados se encuentran dentro de los límites permisibles, lo que confirma que los productos son óptimos para el consumo humano.

4.1.3. Análisis sensorial de las bebidas fermentadas

4.1.3.1. Análisis sensorial del suero dulce – *Lactobacillus casei*

En la Tabla 16, se presenta los resultados estadísticos del análisis sensorial de las bebidas elaboradas con suero dulce y *L. casei*, evaluando cinco atributos mediante una escala hedónica de 7 puntos. Todos los atributos sensoriales (color, olor, sabor, apariencia y aceptabilidad) mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos (T1 a T9), lo que indica que la elección de la pulpa y concentración de ingredientes influye significativamente en la percepción sensorial. Los resultados identifican al tratamiento T3 (70 % suero dulce + 30 % pulpa de mora +

1 % *L. casei*) como la formulación óptima con una calificación promedio de 5 ("Me gusta un poco") en todos sus atributos y con diferencias significativas respecto a las otras formulaciones; y el T8 (50 % suero dulce + 50 % pulpa de naranjilla + 1 % *L. casei*), como segundo mejor tratamiento con una calificación de 5 en olor, sabor y apariencia.

Tabla 16. Análisis sensorial del suero dulce – *L. casei*

Atributos	Mora			Piña			Naranjilla		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Color	5 ^A	5 ^{BC}	5 ^A	5 ^A	5 ^A	4 ^{CD}	4 ^D	5 ^B	4 ^{BC}
Olor	5 ^A	5 ^A	5 ^A	3 ^{CD}	4 ^C	3 ^D	5 ^B	5 ^A	4 ^B
Sabor	5 ^{ABC}	5 ^{AB}	5 ^A	3 ^D	3 ^D	3 ^D	5 ^{BC}	5 ^A	5 ^C
Apariencia	5 ^{BC}	5 ^{AB}	5 ^A	3 ^{DE}	4 ^D	3 ^E	5 ^C	5 ^A	5 ^C
Aceptabilidad	5 ^{AB}	5 ^A	5 ^A	5 ^{AB}	3 ^D	4 ^D	5 ^{BC}	5 ^{AB}	5 ^C

Los valores representan el promedio de la evaluación sensorial realizada por 60 panelistas. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas sobre el atributo a un nivel de confianza del 95 %.

4.1.3.2. Análisis sensorial del suero ácido – *Lactobacillus casei*

El análisis sensorial de las bebidas con suero ácido y *L. casei* se detalla en la Tabla 17. Los resultados reflejan que el mejor tratamiento es el T12 (70 % suero ácido + 30 % pulpa de mora + 1 % *L. casei*) con una calificación de 5 en todos sus atributos y mismo rango estadístico de significancia; seguido del T17 (50 % suero ácido + 50 % pulpa de naranjilla + 1 % *L. casei*), el cual presenta calificaciones de 5^A en olor, sabor, apariencia y aceptabilidad.

Tabla 17. Análisis sensorial del suero ácido – *L. casei*

Atributos	Mora			Piña			Naranjilla		
	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
Color	6 ^A	5 ^C	5 ^{AB}	5 ^{AB}	5 ^{AB}	4 ^{CD}	4 ^D	5 ^B	4 ^C
Olor	5 ^A	5 ^A	5 ^A	3 ^{CD}	4 ^C	3 ^D	5 ^B	5 ^A	4 ^B
Sabor	5 ^{ABC}	5 ^{AB}	5 ^A	3 ^D	3 ^D	3 ^D	5 ^{BC}	5 ^A	5 ^C
Apariencia	5 ^{BC}	5 ^{AB}	5 ^A	3 ^{DE}	5 ^D	3 ^E	5 ^C	5 ^A	5 ^C
Aceptabilidad	5 ^B	5 ^A	5 ^A	5 ^A	4 ^C	4 ^C	3 ^C	5 ^A	5 ^A

Los valores representan el promedio de la evaluación sensorial realizada por 60 panelistas. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas sobre el atributo a un nivel de confianza del 95 %.

4.1.3.3. Análisis sensorial del suero dulce – *Streptococcus thermophilus*

La Tabla 18 revela el comportamiento sensorial de las bebidas elaboradas con suero dulce y *S. thermophilus*, donde todos los atributos evaluados presentan diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$). La superioridad de T22 (30 % suero dulce + 70 % pulpa de piña + 1 % *S. thermophilus*), y T19 (30 % suero dulce + 70 % pulpa de mora + 1 % *S. thermophilus*) los perfila con un alto potencial de aceptación con calificaciones de 5 ("Me gusta poco") y 6 ("Me gusta mucho") en sus atributos.

Tabla 18. Análisis sensorial del suero dulce – *S. thermophilus*

Atributos	Mora			Piña			Naranja		
	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
Color	5 ^{BC}	5 ^D	4 ^{DE}	5 ^A	4 ^E	3 ^F	5 ^{AB}	5 ^{CD}	4 ^{DE}
Olor	5 ^A	5 ^A	5 ^A	5 ^A	4 ^C	3 ^D	5 ^B	5 ^A	4 ^B
Sabor	5 ^A	5 ^B	5 ^B	6 ^A	4 ^C	3 ^D	5 ^{BC}	5 ^B	5 ^C
Apariencia	5 ^{BC}	5 ^{AB}	5 ^A	5 ^A	4 ^D	3 ^E	5 ^C	5 ^A	5 ^C
Aceptabilidad	6 ^A	5 ^{BC}	4 ^{BC}	6 ^A	5 ^A	4 ^{CD}	4 ^D	5 ^B	4 ^{BC}

Los valores representan el promedio de la evaluación sensorial realizada por 60 panelistas. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas sobre el atributo a un nivel de confianza del 95 %.

4.1.3.4. Análisis sensorial del suero ácido – *Streptococcus thermophilus*

Las bebidas elaboradas con suero ácido y *S. thermophilus* presentan diferencias significativas ($p < 0.05$) en sus atributos detallados en la Tabla 19. Se evidencia que el tratamiento T31 (30 % suero ácido + 70 % pulpa de piña + 1 % *S. thermophilus*) se consolida como la opción superior, seguido por el T35 (50 % suero ácido + 50 % pulpa de naranja + 1 % *S. thermophilus*). Ambos demuestran una aceptabilidad excepcional, con puntuaciones que se sitúan en el rango de "Me gusta mucho" a "Me gusta extremadamente", donde T31 lidera en atributos críticos como sabor (6^A) y aceptabilidad global (6^A), reflejando una composición que resalta las notas deseables del suero ácido y pulpa de piña.

Tabla 19. Análisis sensorial del suero ácido – *S. thermophilus*

Atributos	Mora			Piña			Naranja		
	T28	T29	T30	T31	T32	T33	T34	T35	T36
Color	5 ^C	5 ^{CD}	4 ^D	5 ^A	4 ^E	3 ^F	5 ^{AB}	5 ^{BC}	5 ^{CD}
Olor	5 ^B	5 ^{AB}	5 ^{AB}	5 ^A	4 ^D	3 ^E	5 ^C	5 ^{AB}	4 ^C
Sabor	6 ^A	5 ^{BC}	5 ^B	6 ^A	3 ^D	3 ^D	6 ^A	5 ^B	5 ^C
Apariencia	5 ^{BC}	5 ^{AB}	5 ^A	5 ^A	4 ^D	3 ^E	5 ^C	5 ^A	5 ^C
Aceptabilidad	5 ^{BCD}	4 ^E	4 ^{CDE}	6 ^A	5 ^A	4 ^{DE}	4 ^{CDE}	5 ^{BC}	5 ^B

Los valores representan el promedio de la evaluación sensorial realizada por 60 panelistas. Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas sobre el atributo a un nivel de confianza del 95 %.

4.2. DISCUSIÓN

La presente investigación se centró en el desarrollo de una bebida fermentada a base de lactosuero (dulce y ácido) con variedades de pulpa de frutas (mora, piña, naranja) utilizando *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus casei*. Los resultados obtenidos, tanto en la caracterización de la materia prima como en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de las bebidas fermentadas, ofrecen una perspectiva sobre el potencial de valorización del lactosuero, un subproducto de la industria láctea.

4.2.1. Lactosuero como materia prima

La caracterización fisicoquímica y microbiológica del lactosuero dulce y ácido es fundamental para comprender su idoneidad como base para bebidas fermentadas. Las diferencias entre ambos tipos de suero se originan en el método de coagulación utilizado durante la elaboración de productos lácteos.

El suero ácido se genera por un proceso de coagulación láctica o acidificación directa, donde la leche se somete a fermentación o se le adicionan ácidos orgánicos (como ácido cítrico o láctico). Este proceso induce la desestabilización de las micelas de caseína por disminución del pH, lo que resulta en una cuajada blanda y un suero con mayor acidez. Mientras que, el suero dulce proviene de la coagulación enzimática, típicamente del cuajo líquido, utilizada en la elaboración de quesos maduros como gouda, cheddar o parmesano. Este método mantiene un pH más neutro y genera un suero con menor acidez y mayor contenido de lactosa (Álvarez, 2013).

El suero dulce presenta un pH de 6.57 y una acidez de 0.12 %, mientras que el suero ácido muestra un pH menor de 5.05 y una acidez de 0.34 %. Estos resultados son similares a los reportados por Rodríguez et al. (2020) con un pH de 6.55 y una acidez de 0.11 % en el desarrollo de una bebida fermentada con suero dulce, pulpa de guayaba y salvado de trigo. Además, Tirado et al. (2015) en su bebida láctea fermentada con suero dulce usando *Streptococcus salivarius ssp.*, *Thermophilus* y *Lactobacillus casei* indican valores de 6.50 en pH y 0.08 % en acidez. Mientras que Rodríguez et al. (2020), en la elaboración de una bebida a base de lactosuero dulce y pulpa de copoazú obtuvieron valores ligeramente menores respecto al pH (6.45) y mayores en acidez (0.17 %), puede atribuirse a la actividad fermentativa de la pulpa. Estos parámetros cumplen con lo establecido en la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 2594 (2011), que indica para suero dulce un contenido de pH entre 6.4 y 6.8, y acidez máxima de 0.16 %; mientras que para suero ácido se establece un máximo de ceniza de 0.7. Por tanto, los valores obtenidos en esta caracterización respaldan la idoneidad del lactosuero como materia prima para el desarrollo de bebidas fermentadas.

En cuanto al contenido de proteína, los valores obtenidos fueron de 0.80 % para suero dulce y 0.88 % para suero ácido, sin diferencias significativas, son similares a los reportados por Rodríguez et al. (2020) con un valor de 0.88 % por provenir de la

coagulación enzimática en quesos. Por otro lado, Tirado et al. (2015), reportaron un contenido proteico mayor del 2.29 % en lactosuero dulce proveniente de queso costeño, elaborado mediante la fermentación con *Streptococcus salivarius* y *Lactobacillus casei*. Esta diferencia puede atribuirse al tipo de queso en estudio, la composición de la leche inicial, y la actividad proteolítica de las cepas utilizadas, en contraste con el suero obtenido como subproducto de cuajada y queso amasado elaborado con cuajo líquido.

Aunque los valores obtenidos en esta investigación son inferiores a los de Tirado et al., se encuentran dentro del rango esperado para sueros derivados de procesos convencionales al cumplir con lo establecido por la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2594 (2011), que indica un contenido mínimo de 0.80 % de proteína para el lactosuero. Esto confirma la viabilidad del suero como materia prima, y sugiere que puede otorgarse un valor agregado al lactosuero, favoreciendo su aprovechamiento en el desarrollo de bebidas fermentadas.

El contenido de ceniza observado fue de 0.65 % en el suero dulce y 0.57 % en el suero ácido. Como menciona Parra (2022), el valor más alto en el suero dulce podría atribuirse a una mayor retención de minerales como calcio, fósforo y sodio, por utilizar leche entera y cuajo enzimático, que tiende a preservar más componentes minerales en la fase líquida; en cambio, el suero ácido, al provenir de procesos de acidificación, puede presentar una ligera disminución en la concentración de cenizas debido a la precipitación de sales minerales junto con la caseína durante la coagulación láctica. Respecto a la normativa, ambos resultados cumplen con lo establecido en NTE INEN 2594 (2011), que establece un contenido máximo de ceniza de 0.7 % para el lactosuero, tanto dulce como ácido. Esto respalda la viabilidad del suero caracterizado como materia prima para el desarrollo de bebidas fermentadas.

El contenido de grasa determinado en esta investigación fue de 0.13 % para ambos tipos de suero. En comparación con Tirado et al. (2015), reportaron ausencia total de grasa (0.00 %) en su lactosuero inicial, atribuida al uso de leche descremada en la elaboración de queso costeño, lo que explica la diferencia con los valores obtenidos en esta investigación, donde se empleó leche entera. Por otro lado, Rodríguez et al. (2020) informaron un contenido de 0.65 % de grasa en suero dulce procedente de quesos Siboney, mientras que Rodríguez et al. (2020) reportaron 0.57 % de grasa en lactosuero dulce descremado sin sal, derivado de quesos elaborados en la provincia

de Chimborazo. Estas diferencias pueden deberse al tipo de leche utilizada respecto a las condiciones tecnológicas, por tanto, al grado de retención de grasa en la cuajada. El bajo contenido de grasa observado en esta investigación es favorable, ya que facilita su incorporación en las bebidas fermentadas sin comprometer características como el sabor, olor, color en el producto.

Estos valores cumplen con lo establecido en la normativa técnica ecuatoriana NTE INEN 2594 (2011), que indica un contenido máximo de 0.3 % de grasa para el lactosuero. Por tanto, el suero caracterizado en esta investigación presenta condiciones adecuadas para su aprovechamiento industrial, y puede ser valorizado como materia prima en el desarrollo de bebidas fermentadas con bajo contenido de grasa.

El lactosuero, al ser un subproducto rico en nutrientes, constituye un medio favorable para el crecimiento microbiano, por lo que su control sanitario resulta esencial. En este contexto, la detección de *Escherichia coli*, bacteria gramnegativa asociada a contaminación fecal durante el ordeño y manipulación inadecuada, es fundamental porque algunas cepas pueden causar diarrea sanguinolenta, cólicos intensos e incluso insuficiencia renal (De la Cruz, Aquino, Rocha, & Bonifaz, 2018). De esta manera, la presencia de *Staphylococcus aureus*, bacteria grampositiva que ingresa al lactosuero por leche de vacas con mastitis o por contacto humano, representa un riesgo sanitario ya que produce enterotoxinas termoestables responsables de intoxicaciones alimentarias con síntomas como vómito, dolor abdominal y diarrea (Le Loir, Baron, & Gautier, 2003). Por su parte, el recuento de aerobios mesófilos funciona como un indicador de higiene y frescura, pues, aunque no son patógenos directos, niveles elevados reflejan deficiencias en el almacenamiento y manipulación que reducen la vida útil y comprometen la calidad del lactosuero (Ramírez, 2012). De este modo, el análisis de estos microorganismos permite garantizar la inocuidad, identificar puntos críticos del proceso y asegurar el aprovechamiento seguro del lactosuero en la industria alimentaria.

Los análisis microbiológicos del lactosuero inicial (dulce y ácido) revelaron un recuento de aerobios mesófilos de 4.0×10^3 UFC/g, junto con valores mínimos estimados de $< 1.0 \times 10^1$ UFC/g para *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. Estos resultados indican una baja carga microbiana, lo cual es favorable desde el punto de vista de inocuidad de la materia prima. Estos hallazgos van de la mano con lo

reportado por Rodríguez. et al. (2020), obteniendo 1.0×10^8 UFC/g, de aerobios mesófilos y ausencia de *E. coli* y *S. aureus*. La similitud en los resultados sugiere que, bajo condiciones adecuadas de procesamiento y manejo higiénico, el lactosuero puede mantener una carga microbiana controlada. Los resultados obtenidos cumplen con los límites establecidos por la NTE INEN 2594 (2011), respaldando la idoneidad del lactosuero como materia prima segura para el desarrollo de bebidas fermentadas.

4.2.2. Parámetros fisicoquímicos de bebidas fermentadas

La formulación de bebidas fermentadas a partir de lactosuero implica la combinación de diferentes concentraciones de suero con pulpa de frutas que influyen en las características fisicoquímicas y microbiológicas.

La combinación de suero dulce, *S. thermophilus* y pulpa de naranjilla (T25) produjo el mayor contenido de proteína (0.84 %), siendo estadísticamente superior a otras combinaciones. Este valor es similar al reportado por Rodríguez et al. (2020) en bebidas a base de lactosuero con pulpa de *Theobroma grandiflorum*, alcanzando contenidos proteicos de 0.82 %, lo que valida la capacidad de estas bebidas para dar un aprovechamiento al subproducto lácteo. El mejor tratamiento cumple con la NTE INEN 2609 (2012) que establece un mínimo del 0.4 % de proteína láctea. Chillagana y Quilapanta (2022), reportan un contenido proteico del 0.24 %, que se encuentra por debajo del mínimo requerido. Y Rodríguez et al. (2020), en su bebida fermentada de suero con salvado de trigo y pulpa de guayaba reportan un valor del 0.63 % de proteína, indicando su viabilidad como bebida con uso de suero lácteo.

Para el contenido de cenizas, la combinación de suero dulce, *S. thermophilus* y naranjilla (T27 y T26) resultó en los valores más altos de ceniza (0.91 % y 0.89 % respectivamente). Chillagana y Quilapanta (2022) también evaluaron el contenido de cenizas en bebidas lácteas fermentadas, obteniendo un valor de cenizas del 0.49 %, contrastando con lo obtenido por Rodríguez et al. (2020), reportando un valor de 0.47 %. En base a esto, se puede establecer que la selección del tipo de suero, BAL y pulpa puede maximizar la retención de minerales en el producto final.

Respecto a acidez y pH, el análisis estadístico no reveló un efecto significativo ($p > 0.05$) en las bebidas fermentadas. Aunque numéricamente hubo variaciones (0.20 a 0.44 % de acidez, y 3.67 a 4.21 de pH), estas no fueron estadísticamente diferentes. Esto podría indicar que, bajo las condiciones de fermentación empleadas, la

producción de ácido láctico alcanzó un equilibrio o saturación en todas las formulaciones. Rodríguez et al. (2019) reportaron un pH final entre 3.7 y 3.9 y una acidez de 0.55 – 0.60 % de ácido láctico en sus bebidas de suero fermentado, esta diferencia podría deberse a las cepas probióticas específicas utilizadas y a los tiempos de fermentación. Por su parte Tirado et al. (2015) reportaron una acidez del 0.74 % y un pH de 4.59, valores que superan a los resultados de la investigación a razón de que su formulación llevó una concentración del 21 % de sólidos solubles. Respecto a Garzón y Gómez (2022), obtuvieron una acidez del 0.936 % con el cultivo mixto, y 0.745 % con *L. rhamnosus*.

Respecto al efecto significativo en los °Brix iniciales, la pulpa de mora y piña resultaron en valores más altos que la naranjilla. *S. thermophilus* generó valores superiores a *L. casei*, y el suero dulce resultó en °Brix iniciales más altos que el suero ácido. La combinación ácido-*S. thermophilus*-mora (11.10 °Brix) siendo la más alta y ácido-*L. casei*-naranjilla (6.50 °Brix) la más baja. Esto demuestra que la elección de los ingredientes influye directamente en la concentración inicial de sólidos solubles, lo cual es crucial para el perfil de dulzor y la disponibilidad de sustrato para la fermentación.

Los sólidos solubles finales variaron entre 9.50 y 14.80 °Brix, con valores más altos en las formulaciones con mora en suero dulce y más bajos en las de naranjilla, lo que evidencia diferencias en el consumo de azúcares durante la fermentación. Sin embargo, al ajustarse los °Brix a 16.0 ± 0.1 en todas las bebidas, se garantizó la estandarización del parámetro. En comparación con otros estudios, Tirado et al. (2015) reportaron un valor de 21 °Brix con mayor aceptación, mientras que Rodríguez et al. (2020) obtuvieron un rango más bajo de 7.25 a 7.5 °Brix donde la aceptación fue regular. En este contexto, los valores ajustados, además de cumplir con los requisitos de la norma, influyen en la aceptación de las bebidas fermentadas.

Los análisis microbiológicos de las bebidas fermentadas (aerobios mesófilos, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*) demostraron que todas las formulaciones cumplen con los requisitos microbiológicos establecidos por la NTE INEN 2609 (2012), evitando riesgos de contaminación por microorganismos patógenos. Chillagana y Quilapanta (2022) también reportaron que sus bebidas fermentadas a base de lactosuero cumplieron con la normativa vigente en cuanto a recuentos

microbiológicos, lo que refuerza la viabilidad de producir bebidas seguras a partir de este subproducto.

4.2.3. Evaluación sensorial de las bebidas fermentadas

El análisis sensorial fue fundamental para determinar la aceptabilidad del consumidor y el potencial comercial de las bebidas, donde los resultados revelaron diferencias entre los tratamientos de las distintas formulaciones.

Para suero dulce con *L. casei*, el tratamiento T3 fue el más aceptado, con una calificación de 5 ("Me gusta un poco") en todos sus atributos (color, olor, sabor, apariencia y aceptabilidad), esto sugiere que la mora, incluso en menor proporción, es una pulpa bien aceptada en combinación con suero dulce y *L. casei*. Por otra parte, respecto a suero ácido, el tratamiento T12 fue el mejor, con una calificación de 5 en todos sus atributos. A pesar de la acidez inherente del suero ácido, la combinación con mora resultó en bebidas bien aceptados.

En la combinación de suero dulce con *S. thermophilus*, el tratamiento T22 obtuvo calificaciones de 5 ("Me gusta poco") en color, olor y apariencia, destacando en sabor y aceptabilidad con una calificación de 6 ("Me gusta mucho"). Esto indica que la piña es en bebidas con *S. thermophilus* y suero dulce, logra una alta aceptabilidad. Y con suero ácido, el tratamiento T31 obtuvo puntuaciones iguales al T22 respecto a los atributos evaluados. Esto es relevante, ya que el suero ácido puede ser más desafiante en términos sensoriales, pero la piña en combinación con *S. thermophilus* en los dos tipos de sueros son mejores aceptados que con el cultivo *L. casei*.

La investigación demuestra que es posible desarrollar bebidas fermentadas de lactosuero con alta aceptabilidad sensorial, incluso utilizando suero ácido, al combinarlo con pulpas de frutas como la piña. Los resultados sensoriales son comparables o incluso superiores a los reportados por Rodríguez et al. (2019), quienes obtuvieron una aceptabilidad promedio de 4 ("me gusta") para su bebida de suero fermentado con sábila y mora. La variabilidad en la aceptabilidad entre tratamientos depende tanto de la concentración como de los ingredientes utilizados en las bebidas.

La formulación de bebidas fermentadas a base de lactosuero representa una estrategia biotecnológica eficiente para valorizar subproductos lácteos y ofrecer alternativas de nuevos productos. La función de *S. thermophilus*, como cultivo

iniciador, y *L. casei*, como cultivo probiótico, tienen efectos sobre los atributos fisicoquímicos y sensoriales de las bebidas desarrolladas. De acuerdo con Parra (2010), *S. thermophilus* es una bacteria ácido láctica homofermentativas utilizada como cultivo iniciador en la industria láctea, especialmente en la producción de yogur y quesos frescos, su función principal radica en la rápida acidificación del medio mediante la conversión de lactosa en ácido láctico, lo que favorece a las características sensoriales con notas más suaves, justificando la mejor aceptación respecto al sabor en el T22 y T31. Por otro lado, Rosales et al. (2020), menciona que *L. casei* es un probiótico funcional con alta tolerancia a la acidez, puede sobrevivir al tránsito gastrointestinal y modular el microbiota intestinal, dado que potencia el valor funcional del producto, *L. casei* puede intensificar el sabor ácido y mejorar la conservación, pero también puede afectar la aceptabilidad sensorial si no se balancea con frutas dulces.

4.2.4. Parámetros fisicoquímicos de las mejores bebidas fermentadas

Los tratamientos T22 y T31, formulados con *S. thermophilus*, pulpa de piña y suero lácteo (dulce y ácido respectivamente), fueron seleccionados como los más aceptados sensorialmente entre el cultivo iniciador y los compuestos bioactivos de la fruta. Ambos tratamientos cumplieron con los requisitos mínimos establecidos por la normativa INEN 2609 (2012), que exige un contenido proteico igual o superior al 0.4 % para bebidas lácteas fermentadas. En este caso, T22 alcanzó un valor de 0.48 % y T31 de 0.50 %, de *S. thermophilus* y a la combinación de los ingredientes.

El contenido de cenizas refleja la concentración de minerales, T22 presentó 0.64 % y T31 0.60 %, valores superiores al reportado por Chillagana y Quilapanta (2022) de 0.49 %. Este comportamiento puede estar relacionado con la capacidad del cultivo iniciador, así como con el aporte mineral de la fruta utilizada como lo indica Rosales et al. (2020), donde la piña, es rica en potasio, magnesio y calcio, lo que contribuye a mejorar el valor nutricional del producto final. En cuanto a la acidez titulable y el pH, se observó que el T22 presentó 0.32 % de acidez y pH 3.83, mientras que T31 alcanzó 0.34 % y pH 3.72. Estos valores son similares a lo reportados por Rodríguez et al. (2019) con un pH final entre 3.7 y 3.9 en sus bebidas de suero fermentado con sábila y pulpa de mora.

El aprovechamiento del lactosuero como materia prima en la elaboración de bebidas fermentadas no solo representa una novedad tecnológica en el sector

agroalimentario, sino también una estrategia clave dentro del modelo de economía circular. Al ser considerado un residuo de la industria quesera, el lactosuero contiene proteínas, minerales y vitaminas que pueden ser transformados en productos funcionales, reduciendo así su impacto ambiental. De acuerdo con Laz et al. (2024), más del 50 % del lactosuero generado en Ecuador es vertido sin tratamiento, lo que contribuye a la contaminación hídrica y al deterioro de ecosistemas acuáticos. La revalorización de este subproducto mediante fermentación con cultivos iniciadores y probióticos permite minimizar residuos y generar un valor agregado, alineándose con los principios de la bioeconomía circular.

Además, esta investigación contribuye al cumplimiento de varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 12 (Producción y consumo responsables), al fomentar el uso eficiente de recursos y la reducción de desperdicios; el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), al promover tecnologías limpias y procesos sostenibles en la agroindustria; y el ODS 3 (Salud y bienestar), al ofrecer alimentos funcionales que mejoran la nutrición y fortalecen la salud intestinal. Además, el desarrollo de bebidas fermentadas con lactosuero puede integrarse en cadenas de valor locales, generando empleo rural y fortaleciendo la economía regional, lo que también impacta positivamente en el ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La formulación de bebidas a base de lactosuero, utilizando *S. thermophilus* y *L. casei* en combinación con pulpas de mora, piña y naranjilla, demostró ser una alternativa viable para transformar un subproducto lácteo en una bebida funcional, segura y sensorialmente aceptada, con características fisicoquímicas y microbiológicas dentro de los parámetros normativos establecidos por la NTE INEN 2609: 2012.
- El análisis del lactosuero dulce y ácido evidenció que ambos tipos presentan propiedades fisicoquímicas y microbiológicas aptas para su uso en el desarrollo de bebidas fermentadas con cultivos iniciadores y probióticos con distintas pulpas de frutas.
- Las bebidas fermentadas desarrolladas a partir de lactosuero y frutas tropicales, inoculadas con bacterias ácido-lácticas, cumplieron con los estándares fisicoquímicos y microbiológicos de inocuidad establecidos por la NTE INEN 2609: 2012, donde se destacó la combinación de suero dulce, *S. thermophilus* y pulpa de naranjilla (T25) con el mayor contenido proteico (0.84), superando el mínimo de 0.4 establecido por la normativa, el contenido de cenizas presentó valores entre 0.91 y 0.89 para la misma interacción en los tratamientos T27 y T26 respectivamente. El pH fue significativamente influenciado por el tipo de cultivo iniciador y su interacción con el tipo de suero, resultando en un pH más alto con *S. thermophilus* (4.06) en comparación con *L. casei* (3.74), especialmente en suero dulce. Los °Brix iniciales de las bebidas fueron significativamente afectados por el tipo de pulpa, BAL y suero, con la mora y piña generando valores más altos que la naranjilla, y el suero dulce valores superiores al ácido. Sin embargo, los sólidos solubles finales se ajustaron a 16 °Brix.

- El análisis sensorial reveló que el tratamiento T31 (30 % suero ácido + 70 % pulpa de piña + 1 % *S. thermophilus*) fue el más aceptado globalmente, obteniendo las puntuaciones más altas en sabor y aceptabilidad, de la misma manera que el T22 (30 % suero dulce + 70 % pulpa de piña + 1% *S. thermophilus*), demostrando que el suero ácido como dulce pueden ser exitosamente incorporados en bebidas fermentadas con alta aceptabilidad sensorial al combinarlo con pulpas de piña.
- La investigación aporta al modelo de economía circular al valorizar el lactosuero, reduciendo su impacto ambiental y transformándolo en un producto funcional. Además, contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 3 (Salud y bienestar), ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura) y ODS 12 (Producción y consumo responsables), al promover tecnologías limpias, nutrición accesible y reducción de residuos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Explorar la optimización de las concentraciones de pulpa de piña en combinación con *Streptococcus thermophilus* y suero ácido y dulce para potenciar aún más las características sensoriales de la bebida.
- Se sugiere analizar la vida útil de las bebidas fermentadas desarrolladas, evaluando la estabilidad de sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales a lo largo del tiempo de almacenamiento.
- Evaluar la viabilidad económica a nivel industrial, analizando costos de producción, disponibilidad de materia prima y aceptación del consumidor.

VI.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álvarez, M. (2013). *Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos de lactosueros producidos en la Cooperativa Colanta LTDA*. Obtenido de Repositorio Institucional Lasallista: <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/b8795a00-f186-43cf-9bf0-0c14516f1801/content>
- Benavides, M. (2019). *Repositorio Universidad Politécnica de Catalunya*. Obtenido de Aplicación de la fermentación láctica como estrategia de transformación y valorización de matrices vegetales : <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/669678/TMABM1de1.pdf?sequence=2>
- Cedeño, A., & Anchundia, E. (Mazo de 2021). *Repositorio de Universidad Técnica de Manabí*. Obtenido de ADICIÓN DE QUINUA (*Chenopodium quinoa willdy*) A UNA BEBIDA LÁCTEA A BASE DE LACTOSUERO DULCE Y LECHE DE SOYA (*Glycine max*): <http://repositorio.utm.edu.ec:3000/server/api/core/bitstreams/5ffc3b9b-3b00-471e-bcb9-d8af7b4c0fd4/content>
- Chillagana, A., & Quilapanta, R. (2022). *Obtención de una bebida fermentada a base de lactosuero (dulce y ácido) empleando levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)*. Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8604>
- Cisneros, A. (4 de Julio de 2022). *Repositorio de Universidad Central Del Ecuador* . Obtenido de Beneficios de la utilización del suero de leche en la elaboración de suplementos proteicos en la industria láctea: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/28180/1/FCQ-CQA-CISNEROS%20ALISSON.pdf>
- De la Cruz, G., Aquino, E., Rocha, D., & Bonifaz, N. (2018). Estudio de la calidad físicoquímica y microbiológica del lactosuero de queso fresco proveniente de

queseras artesanales de Cayambe. SATHIRI-SEMBRADOR, 13(2).
doi:<https://doi.org/10.32645/13906925.764>

García, C., Alvis, A., & Romero, P. (2015). Aplicación del Mapa de Preferencia Externo en la Formulación de una Bebida Saborizada de Lactosuero y Pulpa de Maracuyá. *Scielo*. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000500004>

García, V. (Abril de 2020). *Repositorio de la Universidad de Guayaquil*. Obtenido de Desarrollo de una bebida a partir de lactosuero dulce fermentado con *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49683/1/BINGQ-GS-20P29.pdf>

Garzón, J., & Gómez, J. (2022). *Evaluación de la influencia de un proceso en paralelo de fermentación y trasgalactosilación de lactosuero en una bebida láctea fermentada simbiótica*. Obtenido de Universidad de La Salle: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/738

Gil, M. (2022). *Streptococcus thermophilus*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/streptococcus-thermophilus/>

Laz, M., Tuárez, M., Córdova, A., Panchana, R., Solorzano, L., Gavilanes, P., & Cedeño, X. (2024). Aprovechamiento sostenible del lactosuero: oportunidades y desafíos para la economía circular. *Agroalimentaria*, 30(59). doi:<https://doi.org/10.53766/Agroalim/2024.30.59.08>

Le Loir, Y., Baron, F., & Gautier, M. (2003). *Staphylococcus aureus* and food poisoning. *National library of medicine*, 2(1), 63-76. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12917803/>

Metro Ecuador. (2019). *Metro Ecuador*. Obtenido de Gobierno prohíbe comercializar el suero líquido de leche: <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2019/09/21/gobierno-prohibe-comercializar-suero-leche-liquido.html>

Monroy, N. (2020). *Repositorio Universidad de la Salle*. Obtenido de PROPUESTA PRELIMINAR DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE SEPARACIÓN DE PROTEÍNAS DEL

- LACTOSUERO USANDO ULTRAFILTRACIÓN:
https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1719&context=ing_alimentos
- NTE INEN 2395. (2011). *Leches fermentadas. Requisitos*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://ia902909.us.archive.org/32/items/ec.nte.2395.2011/ec.nte.2395.2011.pdf>
- NTE INEN 2594. (2011). *Suero de leche líquido. Requisitos*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://studylib.es/doc/6353148/nte-inen-2594-suero-de-leche-l%C3%ADquido-requisitos>
- NTE INEN 2609. (2012). *Bebidas de suero. Requisitos*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://es.scribd.com/document/199714243/Ec-nte-2609-2012-Ntp-Ecuador>
- Parra, A. (2022). Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. *Scielo*, 1-16. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>
- Parra, R. (2010). Bacterias ácido lácticas: Papel funcional en los alimentos. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8(1), 93-105. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612010000100012
- Parzanese, M. (3 de Julio de 2022). *Alimentos Argentinos* . Obtenido de Tecnologías para la Industria Alimentaria: https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_13_Lactosuero.pdf
- Ramírez, J. (2012). Aprovechamiento industrial de lactosuero mediante procesos fermentativos. *ResearchGate*, 6(1), 69-83. doi:<http://dx.doi.org/10.22490/25394088.1100>

- Rodríguez, A., Abad, C., Pérez, A., & Diéguez, K. (2020). Elaboración de una bebida a base de suero lácteo y pulpa de copoazú (*Theobroma grandiflorum*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(2), 166-175. doi:<http://dx.doi.org/10.18684>
- Rodríguez, D., Colominas, A., Rodríguez, W., & Hernández, A. (2020). Bebida fermentada de suero con la adición de salvado de trigo y pulpa de guayaba (*Psidium guava* L.). *Tecnología Química*, 40(2), 428-441. Obtenido de <http://www.scielo.sld.cu/pdf/rtq/v40n2/2224-6185-rtq-40-02-428.pdf>
- Rodríguez, D., Rodríguez, J., & Hernández, A. (2019). Bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila (*Aloe vera* L.) y pulpa de mora (*Rubus glaucus* Benth) con características probióticas. *Tecnología Química*, 39(2), 301-317. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852019000200301#:~:text=Este%20trabajo%20tuvo%20como%20objetivo%20desarrollar%20una%20bebida,glaucus%20Benth%29%20con%20caracter%C3%ADsticas%20probi%C3%B3ticas%20y%20buena%20aceptabilidad.
- Rodríguez, M. (Abril de 2020). *Repositorio Universidad de Guayaquil*. Obtenido de Desarrollo de una bebida a partir de lactosuero dulce fermentado con *Lactobacillus*: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/49683/1/BINGQ-GS-20P29.pdf>
- Rosales, H., Vásquez, J., Morales, H., & Olalde, V. (2020). Evaluación de propiedades tecno-funcionales de cepas probióticas comerciales del género *Lactobacillus*. *Revista internacional de investigación e innovación tecnológica*, 8(45), 1-19. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-97532020000400001

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC

0000098



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE: Torres Erazo Joselin Amanda		CÉDULA DE IDENTIDAD: 1750857912	
PERIODO ACADÉMICO: 2025B			
PRESIDENTE TRIBUNAL: Ph.D. Gualberto Gerardo Leon Revelo		DOCENTE TUTOR: Ph.D. Miguel Angel Anchundia Lucas	
DOCENTE: Ph.D. Francisco Javier Domínguez Rodríguez			
TEMA DEL TIC: "Desarrollo de una bebida fermentada a base de lactosuero con variedades de frutas (mora, piña, naranjilla). (Streptococcus thermophilus; Lactobacillus casei)"			

No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	9.00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9.00	
3	METODOLOGÍA	8.67	
4	RESULTADOS	8.67	
5	DISCUSIÓN	8.00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8.00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7.33	Utilizar vocabulario técnico
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8.00	Revisión de ortografía y redacción

Obteniendo una nota de: **8,27** Por lo tanto, **APRUEBA** :debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **lunes, 27 de octubre de 2025**


 Ph.D. Gualberto Gerardo Leon Revelo
PRESIDENTE TRIBUNAL


 Ph.D. Miguel Angel Anchundia Lucas
DOCENTE TUTOR


 Ph.D. Francisco Javier Domínguez Rodríguez
DOCENTE





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	Irua Villarreal Natholy Estefania	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0402166235
PERIODO ACADÉMICO:	2025B		
PRESIDENTE TRIBUNAL:	PhD. Gualberto Gerardo Leon Revelo	DOCENTE TUTOR:	PhD. Miguel Angel Anchundia Lucas
DOCENTE:	PhD. Francisco Javier Dominguez Rodriguez		
TEMA DEL TIC:	"Desarrollo de una bebida fermentada a base de lactosuero con variedades de frutas (mora, piña, naranjilla). (Streptococcus thermophilus; Lactobacillus casei)"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	9,00	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9,00	
3	METODOLOGÍA	8,67	
4	RESULTADOS	8,67	
5	DISCUSIÓN	8,00	
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,00	
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,33	Utilizar vocabulario técnico
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,00	Revisión de ortografía y redacción


Obteniendo una nota de: **8,27** Por lo tanto, **APRUEBA** : debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **lunes, 27 de octubre de 2025**


PhD. Gualberto Gerardo Leon Revelo
PRESIDENTE TRIBUNAL


PhD. Miguel Angel Anchundia Lucas
DOCENTE TUTOR


PhD. Francisco Javier Dominguez Rodriguez
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Torres Erazo Joselin Amanda e Irua Villarreal Nathaly Estefanía DATE: Lunes, 10 de noviembre de 2025 Topic: "Desarrollo de una bebida fermentada a base de lactosuero con variedades de frutas (mora, piña, naranjilla), (Streptococcus thermophilus; Lactobacillus casei)"				
"MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate Ideas and supporting paragraphs.
De	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of Ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI- FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES
CENTER

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico
o Investigación.

Autor: Torres Erazo Joselin Amanda e Irua Villarreal Nathaly Estefanía

Fecha de recepción del abstract: Viernes, 7 de noviembre de 2025

Fecha de entrega del informe: Lunes, 10 de noviembre de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



MA. Martha Viveros
Responsable del
CIDEN

Anexo 3. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del suero



Figura 9. Determinación de pH en el suero



Figura 10. Determinación de acidez titulable



Figura 11. Determinación de proteína en el suero



Figura 12. Determinación de grasa por el método de Gerber



Figura 13. Determinación de ceniza

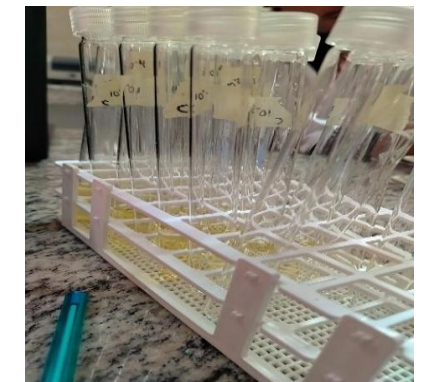


Figura 14. Preparación de muestras y diluciones

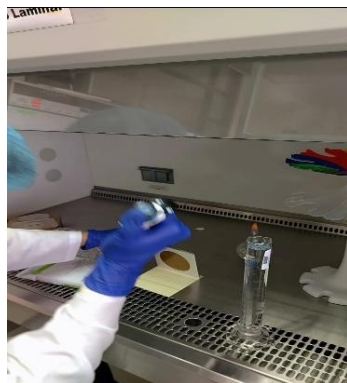


Figura 15. Placas Petrifilm 3M inoculadas

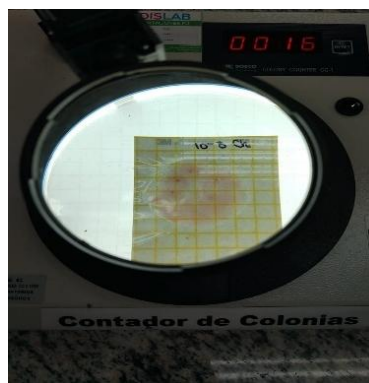


Figura 16. Conteo microbiológico

Anexo 4. Activación de BAL



Figura 17. Activación de bacterias ácido-lácticas



Figura 18. Siembra en placas de Petri



Figura 19. Incubación de las bacterias ácido- lácticas

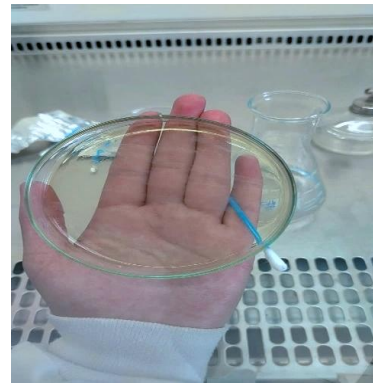


Figura 20. Colonias de las bacterias ácido- lácticas

Anexo 5. Elaboración de la bebida



Figura 21. Pasteurización del suero



Figura 22. Combinación de suero y pulpa de fruta



Figura 23. Adición de las bacterias ácido-lácticas



Figura 24. Fermentación de la bebida

Anexo 6. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la bebida



Figura 25. Determinación de proteína en la bebida fermentada



Figura 26. Determinación de ceniza en la bebida fermentada



Figura 27. Determinación de acidez titulable de la bebida fermentada



Figura 28. Determinación de pH de la bebida fermentada



Figura 29. Lectura de ° Brix

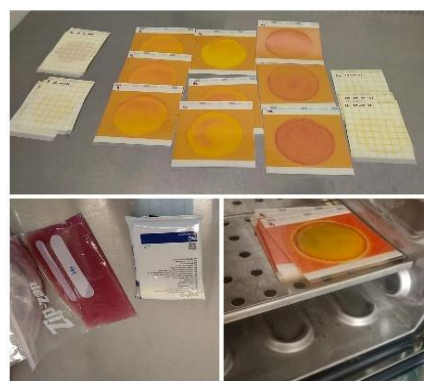


Figura 30. Análisis microbiológico de la bebida fermentada

Anexo 7. Análisis sensorial de los tratamientos



Figura 31. Tratamientos finales de la bebida fermentada

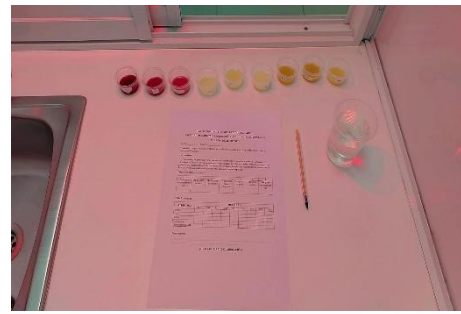


Figura 32. Preparación de muestras de la bebida fermentada



Figura 33. Análisis sensorial *Lactobacillus casei*



Figura 34. Análisis sensorial *Streptococcus thermophilus*

Anexo 8. Resultados estadísticos

Materia prima (suero lácteo)

Supuesto: Prueba de normalidad

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Proteína	6	0.00	0.07	0.93	0.6743
RDUO Ceniza	6	0.00	0.03	0.91	0.4780
RDUO Grasa	6	0.00	0.05	0.62	0.0010
RDUO Acidez	6	0.00	0.01	0.86	0.2333
RDUO pH	6	0.00	0.14	0.91	0.5107

ANOVAS

Proteína

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	6	0.29	0.11	8.80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	1	0.01	1.60	0.2746
Tratamientos	0.01	1	0.01	1.60	0.2746
Error	0.02	4	0.01		
Total	0.03	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.16805

Error: 0.0055 gl: 4

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	0.88	3	0.04 A
T1	0.80	3	0.04 A

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

Ceniza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	6	0.68	0.60	6.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	1	0.01	8.42	0.0440
Tratamientos	0.01	1	0.01	8.42	0.0440
Error	0.01	4	1.4E-03		
Total	0.02	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08458

Error: 0.0014 gl: 4

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	0.65	3	0.02 A
T2	0.57	3	0.02 B

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

Grasa

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grasa	6	0.00	0.00	43.30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.00	1	0.00	0.00	>0.9999
Tratamientos	0.00	1	0.00	0.00	>0.9999
Error	0.01	4	3.3E-03		
Total	0.01	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.13088

Error: 0.0033 gl: 4

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T1	0.13	3	0.03 A
T2	0.13	3	0.03 A

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

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	6	1.00	0.99	4.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.07	1	0.07	807.73	<0.0001
Tratamientos	0.07	1	0.07	807.73	<0.0001
Error	3.6E-04	4	9.0E-05		
Total	0.07	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02151

Error: 0.0001 gl: 4

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T2	0.34	3	0.01 A
T1	0.12	3	0.01 B

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

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	6	0.97	0.97	2.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.45	1	3.45	150.56	0.0003
Tratamientos	3.45	1	3.45	150.56	0.0003
Error	0.09	4	0.02		
Total	3.54	5			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.34318

Error: 0.0229 gl: 4

Tratamientos Medias n E.E.

T1	6.57	3	0.09	A
T2	5.05	3	0.09	B

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

Kruskal Wallis

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamientos	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Grasa	T1	3	0.13	0.06	0.10	0.00	>0.9999
Grasa	T2	3	0.13	0.06	0.10		

Bebidas fermentadas: Análisis fisicoquímicos

- Suero dulce – *L. casei*

Mora

Proteína

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	9	0.67	0.56	6.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	4.3E-03	6.00	0.0370
Tratamiento	0.01	2	4.3E-03	6.00	0.0370
Error	4.3E-03	6	7.2E-04		
Total	0.01	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06732

Error: 0.0007 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

T1	0.44	3	0.02	A
T2	0.40	3	0.02	A B
T3	0.36	3	0.02	B

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	9	0.47	0.29	24.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.04	2	0.02	2.66	0.1487
Tratamiento	0.04	2	0.02	2.66	0.1487
Error	0.04	6	0.01		
Total	0.08	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.21324

Error: 0.0072 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

T3	0.41	3	0.05	A
T1	0.39	3	0.05	A
T2	0.26	3	0.05	A

Ceniza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	9	0.99	0.98	0.46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.6E-03	2	1.8E-03	216.85	<0.0001
Tratamiento	3.6E-03	2	1.8E-03	216.85	<0.0001
Error	5.0E-05	6	8.3E-06		
Total	3.6E-03	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00721

Error: 0.0000 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

T1	0.65	3	1.7E-03	A
T2	0.63	3	1.7E-03	B
T3	0.61	3	1.7E-03	C

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	9	0.18	0.00	7.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.10	2	0.05	0.64	0.5613
Tratamiento	0.10	2	0.05	0.64	0.5613
Error	0.48	6	0.08		
Total	0.58	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.70852

Error: 0.0800 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

T3	3.85	3	0.16	A
T1	3.67	3	0.16	A
T2	3.60	3	0.16	A

Brix inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix inicial	9	0.92	0.89	0.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.38	2	0.19	33.80	0.0005
Tratamiento	0.38	2	0.19	33.80	0.0005
Error	0.03	6	0.01		
Total	0.41	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18673

Error: 0.0056 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	9.77	3	0.04	A
T3	9.50	3	0.04	B
T2	9.27	3	0.04	C

Brix final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix final	9	0.21	0.00	0.46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	4.4E-03	0.80	0.4921
Tratamiento	0.01	2	4.4E-03	0.80	0.4921
Error	0.03	6	0.01		
Total	0.04	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18673

Error: 0.0056 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	16.10	3	0.04	A
T3	16.03	3	0.04	A
T2	16.03	3	0.04	A

Piña

Proteína

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	9	0.59	0.45	8.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	4.7E-03	4.33	0.0685
Tratamiento	0.01	2	4.7E-03	4.33	0.0685
Error	0.01	6	1.1E-03		
Total	0.02	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08244

Error: 0.0011 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T6	0.44	3	0.02	A
T5	0.38	3	0.02	A
T4	0.36	3	0.02	A

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	9	0.06	0.00	33.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.0E-03	2	2.0E-03	0.19	0.8290
Tratamiento	4.0E-03	2	2.0E-03	0.19	0.8290
Error	0.06	6	0.01		
Total	0.07	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.25509

Error: 0.0104 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5	0.34	3	0.06	A
T6	0.30	3	0.06	A
T4	0.29	3	0.06	A

Ceniza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	9	1.00	1.00	0.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.04	2	0.02	990.82	<0.0001
Tratamiento	0.04	2	0.02	990.82	<0.0001
Error	1.1E-04	6	1.8E-05		
Total	0.04	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01060

Error: 0.0000 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5	0.67	3	2.4E-03	A
T6	0.65	3	2.4E-03	B
T4	0.53	3	2.4E-03	C

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	9	0.06	0.00	9.52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.05	2	0.03	0.20	0.8243
Tratamiento	0.05	2	0.03	0.20	0.8243
Error	0.78	6	0.13		
Total	0.83	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.90423

Error: 0.1303 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5	3.85	3	0.21	A
T6	3.84	3	0.21	A
T4	3.68	3	0.21	A

Brix inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix inicial	9	0.98	0.97	0.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.42	2	0.71	127.40	<0.0001
Tratamiento	1.42	2	0.71	127.40	<0.0001
Error	0.03	6	0.01		
Total	1.45	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18673

Error: 0.0056 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4	9.07	3	0.04 A
T5	8.30	3	0.04 B
T6	8.17	3	0.04 B

Brix final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix final	9	0.10	0.00	0.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Tratamiento	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	0.02	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T6	16.07	3	0.03 A
T5	16.07	3	0.03 A
T4	16.03	3	0.03 A

Naranja

Proteína

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	9	0.68	0.57	8.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	0.01	6.31	0.0335
Tratamiento	0.01	2	0.01	6.31	0.0335
Error	0.01	6	1.1E-03		
Total	0.02	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08293

Error: 0.0011 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T9	0.42	3	0.02 A
T8	0.38	3	0.02 A B
T7	0.33	3	0.02 B

Ceniza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	9	0.98	0.98	0.78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	4.1E-03	192.16	<0.0001
Tratamiento	0.01	2	4.1E-03	192.16	<0.0001
Error	1.3E-04	6	2.1E-05		
Total	0.01	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01158

Error: 0.0000 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T8	0.63	3	2.7E-03 A
T7	0.59	3	2.7E-03 B
T9	0.55	3	2.7E-03 C

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	9	0.40	0.20	3.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.0E-04	2	2.5E-04	2.00	0.2160
Tratamiento	5.0E-04	2	2.5E-04	2.00	0.2160
Error	7.6E-04	6	1.3E-04		
Total	1.3E-03	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02812

Error: 0.0001 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T9	0.31	3	0.01 A
T8	0.31	3	0.01 A
T7	0.29	3	0.01 A

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	9	0.13	0.00	7.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.07	2	0.04	0.45	0.6596
Tratamiento	0.07	2	0.04	0.45	0.6596
Error	0.50	6	0.08		
Total	0.57	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.71998

Error: 0.0826 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T9	3.80	3	0.17 A
T8	3.80	3	0.17 A
T7	3.61	3	0.17 A

Brix inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix inicial	9	0.87	0.83	0.90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.23	2	0.11	20.60	0.0021
Tratamiento	0.23	2	0.11	20.60	0.0021
Error	0.03	6	0.01		
Total	0.26	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18673

Error: 0.0056 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T7	8.47	3	0.04 A
T9	8.17	3	0.04 B
T8	8.10	3	0.04 B

Brix final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix final	9	0.50	0.33	0.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	2	0.01	3.00	0.1250
Tratamiento	0.02	2	0.01	3.00	0.1250
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	0.04	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T7	16.17	3	0.03 A
T9	16.07	3	0.03 A
T8	16.07	3	0.03 A

- Suero ácido – L. casei

Mora

Proteína

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	9	0.44	0.25	8.52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	2.6E-03	2.33	0.1780
Tratamiento	0.01	2	2.6E-03	2.33	0.1780
Error	0.01	6	1.1E-03		
Total	0.01	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08307

Error: 0.0011 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T10	0.42	3	0.02 A
T11	0.38	3	0.02 A
T12	0.36	3	0.02 A

Ceniza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	9	0.97	0.97	0.22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.3E-04	2	2.1E-04	116.25	<0.0001
Tratamiento	4.3E-04	2	2.1E-04	116.25	<0.0001
Error	1.1E-05	6	1.8E-06		
Total	4.4E-04	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00339

Error: 0.0000 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T10	0.64	3	7.8E-04 A
T11	0.63	3	7.8E-04 B
T12	0.62	3	7.8E-04 C

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	9	0.44	0.25	11.96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	2.7E-03	2.32	0.1793
Tratamiento	0.01	2	2.7E-03	2.32	0.1793
Error	0.01	6	1.2E-03		
Total	0.01	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08602

Error: 0.0012 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T12	0.32	3	0.02 A
T10	0.29	3	0.02 A
T11	0.26	3	0.02 A

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	9	0.95	0.93	1.97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.61	2	0.30	58.25	0.0001
Tratamiento	0.61	2	0.30	58.25	0.0001
Error	0.03	6	0.01		
Total	0.64	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18078

Error: 0.0052 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T12	4.00	3	0.04 A
T11	3.63	3	0.04 B
T10	3.37	3	0.04 C

Brix inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix inicial	9	0.99	0.99	0.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.75	2	1.87	337.40	<0.0001
Tratamiento	3.75	2	1.87	337.40	<0.0001
Error	0.03	6	0.01		
Total	3.78	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18673

Error: 0.0056 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T10	9.67	3	0.04	A
T11	9.07	3	0.04	B
T12	8.10	3	0.04	C

Brix final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix final	9	0.10	0.00	0.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Tratamiento	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	0.02	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T10	16.07	3	0.03	A
T12	16.03	3	0.03	A
T11	16.03	3	0.03	A

Piña

Proteína

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	9	0.90	0.86	8.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.06	2	0.03	26.33	0.0011
Tratamiento	0.06	2	0.03	26.33	0.0011
Error	0.01	6	1.1E-03		
Total	0.06	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08307

Error: 0.0011 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T13	0.50	3	0.02	A
T15	0.44	3	0.02	A
T14	0.31	3	0.02	B

Ceniza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	9	0.92	0.89	1.56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	3.2E-03	34.33	0.0005
Tratamiento	0.01	2	3.2E-03	34.33	0.0005
Error	5.6E-04	6	9.3E-05		
Total	0.01	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02413

Error: 0.0001 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T15	0.64	3	0.01	A
T13	0.63	3	0.01	A
T14	0.58	3	0.01	B

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	9	0.65	0.53	15.75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	2	0.01	5.45	0.0447
Tratamiento	0.02	2	0.01	5.45	0.0447
Error	0.01	6	1.8E-03		
Total	0.03	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.10495

Error: 0.0018 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T14	0.30	3	0.02	A
T13	0.29	3	0.02	A
T15	0.20	3	0.02	A

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	9	0.44	0.26	3.19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.08	2	0.04	2.39	0.1719
Tratamiento	0.08	2	0.04	2.39	0.1719
Error	0.10	6	0.02		
Total	0.18	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.31945

Error: 0.0163 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T15	4.12	3	0.07	A
T14	3.98	3	0.07	A
T13	3.89	3	0.07	A

Brix inicial

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Brix inicial	9	0.99	0.99	1.11	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.42	2	2.71	271.00	<0.0001
Tratamiento	5.42	2	2.71	271.00	<0.0001
Error	0.06	6	0.01		
Total	5.48	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.25052

Error: 0.0100 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T13	10.00	3	0.06	A
T14	9.00	3	0.06	B
T15	8.10	3	0.06	C

Brix final

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Brix final	9	0.10	0.00	0.36	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Tratamiento	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	0.02	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T15	16.07	3	0.03	A
T14	16.03	3	0.03	A
T13	16.03	3	0.03	A

Naranja**Proteína**

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Proteína	9	0.94	0.92	6.06	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.07	2	0.03	45.46	0.0002
Tratamiento	0.07	2	0.03	45.46	0.0002
Error	4.4E-03	6	7.3E-04		
Total	0.07	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06785

Error: 0.0007 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T18	0.56	3	0.02	A
T17	0.44	3	0.02	B
T16	0.34	3	0.02	C

Ceniza

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Ceniza	9	0.99	0.99	0.71	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	0.01	438.58	<0.0001
Tratamiento	0.01	2	0.01	438.58	<0.0001
Error	9.0E-05	6	1.5E-05		
Total	0.01	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00971

Error: 0.0000 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T16	0.60	3	2.2E-03	A
T18	0.52	3	2.2E-03	B
T17	0.52	3	2.2E-03	B

Acidez

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Acidez	9	0.62	0.49	15.81	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	2	0.01	4.86	0.0557
Tratamiento	0.02	2	0.01	4.86	0.0557
Error	0.01	6	2.4E-03		
Total	0.04	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.12281

Error: 0.0024 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T16	0.38	3	0.03	A
T17	0.29	3	0.03	A
T18	0.26	3	0.03	A

pH

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
pH	9	0.39	0.19	7.21	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.29	2	0.15	1.95	0.2225
Tratamiento	0.29	2	0.15	1.95	0.2225
Error	0.45	6	0.08		
Total	0.75	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.68869

Error: 0.0756 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T17	4.02	3	0.16	A
T18	3.85	3	0.16	A
T16	3.58	3	0.16	A

Brix inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix inicial	9	0.91	0.88	0.86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.20	2	0.10	30.33	0.0007
Tratamiento	0.20	2	0.10	30.33	0.0007
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	0.22	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T18	6.87	3	0.03 A
T17	6.83	3	0.03 A
T16	6.53	3	0.03 B

Brix final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix final	9	0.10	0.00	0.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Tratamiento	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	0.02	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T17	16.07	3	0.03 A
T16	16.07	3	0.03 A
T18	16.03	3	0.03 A

- Suero dulce – *S. thermophilus*

Mora**Proteína**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	9	0.92	0.89	8.96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.07	2	0.04	33.37	0.0006
Tratamiento	0.07	2	0.04	33.37	0.0006
Error	0.01	6	1.1E-03		
Total	0.08	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08302

Error: 0.0011 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T20	0.50	3	0.02 A
T19	0.31	3	0.02 B
T21	0.31	3	0.02 B

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	9	0.06	0.00	36.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	2.8E-03	0.18	0.8425
Tratamiento	0.01	2	2.8E-03	0.18	0.8425
Error	0.10	6	0.02		
Total	0.10	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.31816

Error: 0.0161 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T19	0.38	3	0.07 A
T20	0.34	3	0.07 A
T21	0.32	3	0.07 A

Ceniza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	9	1.00	0.99	0.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.3E-03	2	2.1E-03	643.51	<0.0001
Tratamiento	4.3E-03	2	2.1E-03	643.51	<0.0001
Error	2.0E-05	6	3.3E-06		
Total	4.3E-03	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00457

Error: 0.0000 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T20	0.65	3	1.1E-03 A
T19	0.62	3	1.1E-03 B
T21	0.59	3	1.1E-03 C

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	9	0.17	0.00	13.77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.38	2	0.19	0.62	0.5697
Tratamiento	0.38	2	0.19	0.62	0.5697
Error	1.83	6	0.31		
Total	2.21	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.38416

Error: 0.3053 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T20	4.18	3	0.32 A
T19	4.13	3	0.32 A
T21	3.72	3	0.32 A

Brix inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix inicial	9	1.00	1.00	0.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.18	2	4.09	1227.00	<0.0001
Tratamiento	8.18	2	4.09	1227.00	<0.0001
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	8.20	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T20	10.17	3	0.03 A
T19	9.37	3	0.03 B
T21	7.87	3	0.03 C

Brix final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix final	9	0.00	0.00	0.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.00	2	0.00	0.00	>0.9999
Tratamiento	0.00	2	0.00	0.00	>0.9999
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	0.02	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T21	16.03	3	0.03 A
T20	16.03	3	0.03 A
T19	16.03	3	0.03 A

Piña

Proteína

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	9	0.95	0.93	8.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.12	2	0.06	52.38	0.0002
Tratamiento	0.12	2	0.06	52.38	0.0002
Error	0.01	6	1.1E-03		
Total	0.12	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08302

Error: 0.0011 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T23	0.50	3	0.02 A
T22	0.48	3	0.02 A
T24	0.25	3	0.02 B

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	9	0.13	0.00	45.01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	2	0.01	0.46	0.6536
Tratamiento	0.02	2	0.01	0.46	0.6536
Error	0.12	6	0.02		
Total	0.14	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.35634

Error: 0.0202 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T23	0.37	3	0.08 A
T22	0.32	3	0.08 A
T24	0.26	3	0.08 A

Ceniza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	9	1.00	1.00	0.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.08	2	0.04	30233.86	<0.0001
Tratamiento	0.08	2	0.04	30233.86	<0.0001
Error	8.1E-06	6	1.3E-06		
Total	0.08	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00290

Error: 0.0000 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T24	0.75	3	6.7E-04 A
T22	0.64	3	6.7E-04 B
T23	0.52	3	6.7E-04 C

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	9	0.12	0.00	7.07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.07	2	0.03	0.42	0.6753
Tratamiento	0.07	2	0.03	0.42	0.6753
Error	0.47	6	0.08		
Total	0.53	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.69905

Error: 0.0779 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T24	4.04	3	0.16 A
T23	3.97	3	0.16 A
T22	3.83	3	0.16 A

Brix inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix inicial	9	0.99	0.98	0.91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.84	2	1.92	247.00	<0.0001
Tratamiento	3.84	2	1.92	247.00	<0.0001
Error	0.05	6	0.01		
Total	3.89	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.22094

Error: 0.0078 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T22	10.57	3	0.05	A
T23	9.50	3	0.05	B
T24	9.00	3	0.05	C

Brix final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix final	9	0.10	0.00	0.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Tratamiento	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	0.02	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T22	16.07	3	0.03	A
T24	16.03	3	0.03	A
T23	16.03	3	0.03	A

Naranja

Proteína

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	9	0.76	0.68	4.26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	2	0.01	9.33	0.0144
Tratamiento	0.02	2	0.01	9.33	0.0144
Error	0.01	6	1.1E-03		
Total	0.03	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08307

Error: 0.0011 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T25	0.84	3	0.02	A
T27	0.77	3	0.02	A B
T26	0.73	3	0.02	B

Ceniza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	9	0.92	0.90	8.77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.32	2	0.16	36.00	0.0005
Tratamiento	0.32	2	0.16	36.00	0.0005
Error	0.03	6	4.5E-03		
Total	0.35	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.16788

Error: 0.0045 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T27	0.91	3	0.04	A
T26	0.89	3	0.04	A
T25	0.50	3	0.04	B

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	9	0.33	0.11	26.80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	2	0.01	1.48	0.2997
Tratamiento	0.02	2	0.01	1.48	0.2997
Error	0.04	6	0.01		
Total	0.06	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.20209

Error: 0.0065 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T26	0.35	3	0.05	A
T25	0.32	3	0.05	A
T27	0.24	3	0.05	A

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	9	0.04	0.00	12.74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.07	2	0.03	0.11	0.8935
Tratamiento	0.07	2	0.03	0.11	0.8935
Error	1.73	6	0.29		
Total	1.80	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.34503

Error: 0.2882 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T26	4.32	3	0.31	A
T27	4.22	3	0.31	A
T25	4.11	3	0.31	A

Brix inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix inicial	9	0.99	0.99	0.72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.22	2	1.11	333.00	<0.0001
Tratamiento	2.22	2	1.11	333.00	<0.0001
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	2.24	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T27	8.37	3	0.03 A
T25	8.27	3	0.03 A
T26	7.27	3	0.03 B

Brix final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix final	9	0.10	0.00	0.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Tratamiento	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	0.02	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T26	16.07	3	0.03 A
T25	16.03	3	0.03 A
T27	16.03	3	0.03 A

- Suero ácido – *S. thermophilus*

Mora

Proteína

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	9	0.93	0.90	7.07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.05	2	0.03	37.54	0.0004
Tratamiento	0.05	2	0.03	37.54	0.0004
Error	4.4E-03	6	7.3E-04		
Total	0.06	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.06779

Error: 0.0007 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T30	0.48	3	0.02 A
T28	0.38	3	0.02 B
T29	0.29	3	0.02 C

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	9	0.21	0.00	37.59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.03	2	0.02	0.80	0.4925
Tratamiento	0.03	2	0.02	0.80	0.4925
Error	0.12	6	0.02		
Total	0.15	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.35316

Error: 0.0199 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T30	0.44	3	0.08 A
T28	0.39	3	0.08 A
T29	0.30	3	0.08 A

Ceniza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	9	1.00	1.00	0.56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.06	2	0.03	2981.56	<0.0001
Tratamiento	0.06	2	0.03	2981.56	<0.0001
Error	5.9E-05	6	9.8E-06		
Total	0.06	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00783

Error: 0.0000 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T29	0.63	3	1.8E-03 A
T30	0.59	3	1.8E-03 B
T28	0.45	3	1.8E-03 C

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	9	0.01	0.00	13.23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	2	0.01	0.03	0.9690
Tratamiento	0.02	2	0.01	0.03	0.9690
Error	1.53	6	0.26		
Total	1.55	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.26703

Error: 0.2558 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T30	3.86	3	0.29 A
T28	3.85	3	0.29 A
T29	3.76	3	0.29 A

Brix inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix inicial	9	0.98	0.97	0.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.40	2	0.70	125.60	<0.0001
Tratamiento	1.40	2	0.70	125.60	<0.0001
Error	0.03	6	0.01		
Total	1.43	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18673

Error: 0.0056 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T29	10.37	3	0.04	A
T30	9.57	3	0.04	B
T28	9.50	3	0.04	B

Brix final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix final	9	0.10	0.00	0.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Tratamiento	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	0.02	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T29	16.07	3	0.03	A
T28	16.03	3	0.03	A
T30	16.03	3	0.03	A

Piña

Proteína

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	9	0.93	0.90	8.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	2	0.04	38.99	0.0004
Tratamiento	0.09	2	0.04	38.99	0.0004
Error	0.01	6	1.1E-03		
Total	0.09	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08307

Error: 0.0011 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T31	0.50	3	0.02	A
T33	0.44	3	0.02	A
T32	0.27	3	0.02	B

Ceniza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	9	1.00	1.00	0.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.06	2	0.03	50548.02	<0.0001
Tratamiento	0.06	2	0.03	50548.02	<0.0001
Error	3.4E-06	6	5.6E-07		
Total	0.06	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00188

Error: 0.0000 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T33	0.69	3	4.3E-04	A
T31	0.60	3	4.3E-04	B
T32	0.49	3	4.3E-04	C

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	9	2.4E-03	0.00	35.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.2E-04	2	1.1E-04	0.01	0.9928
Tratamiento	2.2E-04	2	1.1E-04	0.01	0.9928
Error	0.09	6	0.01		
Total	0.09	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.30547

Error: 0.0149 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T33	0.35	3	0.07	A
T32	0.34	3	0.07	A
T31	0.34	3	0.07	A

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	9	0.05	0.00	11.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.06	2	0.03	0.16	0.8576
Tratamiento	0.06	2	0.03	0.16	0.8576
Error	1.12	6	0.19		
Total	1.18	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.08103

Error: 0.1862 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T32	3.89	3	0.25	A
T33	3.88	3	0.25	A
T31	3.72	3	0.25	A

Brix inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix inicial	9	0.99	0.99	0.80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.15	2	3.07	553.40	<0.0001
Tratamiento	6.15	2	3.07	553.40	<0.0001
Error	0.03	6	0.01		
Total	6.18	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.18673

Error: 0.0056 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T31	10.47	3	0.04	A
T33	9.07	3	0.04	B
T32	8.50	3	0.04	C

Brix final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix final	9	0.10	0.00	0.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Tratamiento	2.2E-03	2	1.1E-03	0.33	0.7290
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	0.02	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T31	16.07	3	0.03	A
T33	16.07	3	0.03	A
T32	16.03	3	0.03	A

Naranja**Proteína**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	9	0.84	0.79	9.81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.04	2	0.02	16.32	0.0037
Tratamiento	0.04	2	0.02	16.32	0.0037
Error	0.01	6	1.1E-03		
Total	0.04	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.08307

Error: 0.0011 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T36	0.42	3	0.02	A
T34	0.33	3	0.02	B
T35	0.27	3	0.02	B

Ceniza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ceniza	9	1.00	0.99	0.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	2	4.2E-03	652.50	<0.0001
Tratamiento	0.01	2	4.2E-03	652.50	<0.0001
Error	3.8E-05	6	6.4E-06		
Total	0.01	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00633

Error: 0.0000 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T34	0.69	3	1.5E-03	A
T35	0.68	3	1.5E-03	B
T36	0.62	3	1.5E-03	C

Acidez

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	9	0.33	0.10	30.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	2	0.01	1.45	0.3063
Tratamiento	0.02	2	0.01	1.45	0.3063
Error	0.05	6	0.01		
Total	0.07	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.22697

Error: 0.0082 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T34	0.37	3	0.05	A
T36	0.27	3	0.05	A
T35	0.26	3	0.05	A

pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	9	0.16	0.00	11.74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.23	2	0.11	0.55	0.6027
Tratamiento	0.23	2	0.11	0.55	0.6027
Error	1.24	6	0.21		
Total	1.46	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.13733

Error: 0.2061 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T34	4.02	3	0.26	A
T35	3.94	3	0.26	A
T36	3.65	3	0.26	A

Brix inicial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix inicial	9	0.99	0.98	0.74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.72	2	0.86	257.33	<0.0001
Tratamiento	1.72	2	0.86	257.33	<0.0001
Error	0.02	6	3.3E-03		
Total	1.74	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.14464

Error: 0.0033 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T35	8.33	3	0.03	A
T34	7.73	3	0.03	B
T36	7.27	3	0.03	C

Brix final

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Brix final	9	0.14	0.00	0.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.2E-03	2	1.1E-03	0.50	0.6297
Tratamiento	2.2E-03	2	1.1E-03	0.50	0.6297
Error	0.01	6	2.2E-03		
Total	0.02	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11810

Error: 0.0022 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T35	16.03	3	0.03	A
T34	16.03	3	0.03	A
T36	16.00	3	0.03	A

Bebidas fermentadas: Análisis sensorial

- Suero dulce – *L. casei*

Normalidad

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO COLOR	540	0.00	0.77	0.96	<0.0001
RDUO OLOR	540	0.00	0.75	0.96	<0.0001
RDUO SABOR	540	0.00	0.81	0.97	<0.0001
RDUO APARIENCIA	540	0.00	0.78	0.97	<0.0001
RDUO ACEPTACIÓN GLOBAL	540	0.00	0.87	0.97	<0.0001

Color

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p
COLOR	T1	60	5.43	0.53	<0.0001
COLOR	T2	60	4.55	0.85	
COLOR	T3	60	5.33	0.68	
COLOR	T4	60	5.32	0.77	
COLOR	T5	60	5.32	0.62	
COLOR	T6	60	4.12	1.06	
COLOR	T7	60	4.08	0.72	
COLOR	T8	60	4.75	0.88	
COLOR	T9	60	4.50	0.72	

Trat. Medias Ranks

T7	4.08	148.63	A
T6	4.12	172.62	A B
T9	4.50	209.63	B C
T2	4.55	221.68	B C
T8	4.75	256.03	C
T5	5.32	350.08	D
T4	5.32	351.68	D
T3	5.33	353.12	D
T1	5.43	371.02	D

Olor

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p
OLOR	T1	60	5.03	0.84	<0.0001
OLOR	T2	60	5.12	0.69	
OLOR	T3	60	5.22	0.78	
OLOR	T4	60	3.25	0.75	
OLOR	T5	60	3.65	0.78	
OLOR	T6	60	3.02	0.77	
OLOR	T7	60	4.58	0.77	
OLOR	T8	60	5.20	0.73	
OLOR	T9	60	4.43	0.70	

Trat. Medias Ranks

T6	3.02	94.27	A
T4	3.25	116.18	A B
T5	3.65	162.87	B
T9	4.43	273.78	C
T7	4.58	293.08	C
T1	5.03	355.53	D
T2	5.12	371.55	D
T3	5.22	383.52	D
T8	5.20	383.72	D

Sabor

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
SABOR	T1	60	4.77	0.96	<0.0001	T6	3.02	106.15 A
SABOR	T2	60	4.98	0.77		T4	3.27	128.82 A
SABOR	T3	60	5.03	0.84		T5	3.35	142.73 A
SABOR	T4	60	3.27	0.66		T9	4.53	304.15 B
SABOR	T5	60	3.35	0.80		T7	4.58	310.43 B C
SABOR	T6	60	3.02	0.77		T1	4.77	333.50 B C D
SABOR	T7	60	4.58	0.79		T2	4.98	365.87 C D
SABOR	T8	60	5.03	0.82		T3	5.03	370.57 D
SABOR	T9	60	4.53	0.87		T8	5.03	372.28 D

Apariencia

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	P	Trat.	Medias	Ranks
APARIENCIA	T1	60	4.68	0.93	<0.0001	T6	3.02	97.65 A
APARIENCIA	T2	60	5.02	0.72		T4	3.25	120.49 A B
APARIENCIA	T3	60	5.17	0.81		T5	3.65	168.78 B
APARIENCIA	T4	60	3.25	0.75		T7	4.57	299.80 C
APARIENCIA	T5	60	3.65	0.78		T9	4.62	308.69 C
APARIENCIA	T6	60	3.02	0.77		T1	4.68	313.51 C D
APARIENCIA	T7	60	4.57	0.74		T2	5.02	364.83 D E
APARIENCIA	T8	60	5.10	0.75		T8	5.10	377.25 E
APARIENCIA	T9	60	4.62	0.80		T3	5.17	383.50 E

Aceptabilidad

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
ACEPTACIÓN GLOBAL	T1	60	4.93	0.84	<0.0001	T5	3.18	92.66 A
ACEPTACIÓN GLOBAL	T2	60	5.17	0.76		T6	3.53	142.58 A
ACEPTACIÓN GLOBAL	T3	60	5.03	0.80		T9	4.53	263.82 B
ACEPTACIÓN GLOBAL	T4	60	4.95	1.00		T7	4.63	276.80 B C
ACEPTACIÓN GLOBAL	T5	60	3.18	0.77		T1	4.93	319.67 C D
ACEPTACIÓN GLOBAL	T6	60	3.53	1.11		T8	4.93	322.53 C D
ACEPTACIÓN GLOBAL	T7	60	4.63	0.82		T4	4.95	325.85 C D
ACEPTACIÓN GLOBAL	T8	60	4.93	0.82		T3	5.03	334.72 D
ACEPTACIÓN GLOBAL	T9	60	4.53	0.91		T2	5.17	355.89 D

- Suero ácido – *L. casei*

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO COLOR	540	0.00	0.74	0.95	<0.0001
RDUO OLOR	540	0.00	0.75	0.96	<0.0001
RDUO SABOR	540	0.00	0.81	0.97	<0.0001
RDUO APARIENCIA	540	0.00	0.78	0.97	<0.0001
RDUO ACEPTACIÓN GLOBAL	540	0.00	0.79	0.97	<0.0001

Color

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
COLOR	T10	60	5.57	0.53	<0.0001	T16	4.08	137.43 A
COLOR	T11	60	4.55	0.85		T15	4.12	162.29 A B
COLOR	T12	60	5.35	0.63		T18	4.50	196.58 B
COLOR	T13	60	5.32	0.77		T11	4.55	209.44 B
COLOR	T14	60	5.32	0.62		T17	5.25	324.80 C
COLOR	T15	60	4.12	1.06		T14	5.32	337.14 C D
COLOR	T16	60	4.08	0.72		T13	5.32	340.01 C D
COLOR	T17	60	5.25	0.63		T12	5.35	343.44 C D
COLOR	T18	60	4.50	0.72		T10	5.57	383.36 D

Olor

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
OLOR	T10	60	5.03	0.84	<0.0001	T15	3.02	94.27 A
OLOR	T11	60	5.12	0.69		T13	3.25	116.18 A B
OLOR	T12	60	5.22	0.78		T14	3.65	162.87 B
OLOR	T13	60	3.25	0.75		T18	4.43	273.78 C
OLOR	T14	60	3.65	0.78		T16	4.58	293.08 C
OLOR	T15	60	3.02	0.77		T10	5.03	355.53 D
OLOR	T16	60	4.58	0.77		T11	5.12	371.55 D
OLOR	T17	60	5.20	0.73		T12	5.22	383.52 D
OLOR	T18	60	4.43	0.70		T17	5.20	383.72 D

Sabor

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
SABOR	T10	60	4.77	0.96	<0.0001	T15	3.02	106.15 A
SABOR	T11	60	4.98	0.77		T13	3.27	128.82 A
SABOR	T12	60	5.03	0.84		T14	3.35	142.73 A
SABOR	T13	60	3.27	0.66		T18	4.53	304.15 B
SABOR	T14	60	3.35	0.80		T16	4.58	310.43 B C
SABOR	T15	60	3.02	0.77		T10	4.77	333.50 B C D
SABOR	T16	60	4.58	0.79		T11	4.98	365.87 C D
SABOR	T17	60	5.03	0.82		T12	5.03	370.57 D
SABOR	T18	60	4.53	0.87		T17	5.03	372.28 D

Apariencia

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	P	Trat.	Medias	Ranks
APARIENCIA	T10	60	4.68	0.93	<0.0001	T15	3.02	97.65 A
APARIENCIA	T11	60	5.02	0.72		T13	3.25	120.49 A B
APARIENCIA	T12	60	5.17	0.81		T14	3.65	168.78 B
APARIENCIA	T13	60	3.25	0.75		T16	4.57	299.80 C
APARIENCIA	T14	60	3.65	0.78		T18	4.62	308.69 C
APARIENCIA	T15	60	3.02	0.77		T10	4.68	313.51 C D
APARIENCIA	T16	60	4.57	0.74		T11	5.02	364.83 D E
APARIENCIA	T17	60	5.10	0.75		T17	5.10	377.25 E
APARIENCIA	T18	60	4.62	0.80		T12	5.17	383.50 E

Aceptabilidad

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
ACEPTACIÓN GLOBAL	T10	60	4.58	0.77	<0.0001	T16	3.27	106.57 A
ACEPTACIÓN GLOBAL	T11	60	5.18	0.72		T15	3.53	122.68 A
ACEPTACIÓN GLOBAL	T12	60	5.43	0.50		T14	3.70	160.95 A
ACEPTACIÓN GLOBAL	T13	60	5.13	0.75		T10	4.58	258.41 B
ACEPTACIÓN GLOBAL	T14	60	3.70	1.24		T18	5.08	335.43 C
ACEPTACIÓN GLOBAL	T15	60	3.53	0.70		T13	5.13	341.35 C
ACEPTACIÓN GLOBAL	T16	60	3.27	0.92		T11	5.18	350.21 C
ACEPTACIÓN GLOBAL	T17	60	5.32	0.54		T17	5.32	370.23 C
ACEPTACIÓN GLOBAL	T18	60	5.08	0.81		T12	5.43	388.68 C

- Suero dulce – *S. thermophilus*

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
RDUO COLOR	540	0.00	0.79	0.96	<0.0001
RDUO OLOR	540	0.00	0.77	0.96	<0.0001
RDUO SABOR	540	0.00	0.89	0.97	<0.0001
RDUO APARIENCIA	540	0.00	0.77	0.97	<0.0001
RDUO ACEPTACIÓN GLOBAL	540	0.00	0.77	0.97	<0.0001

Color

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
COLOR	T19	60	5.03	0.71	<0.0001	T24	2.92	66.67 A
COLOR	T20	60	4.52	0.83		T23	4.10	196.50 B
COLOR	T21	60	4.47	0.96		T21	4.47	249.50 B C
COLOR	T22	60	5.48	0.62		T27	4.50	251.17 B C
COLOR	T23	60	4.10	0.80		T20	4.52	255.00 C
COLOR	T24	60	2.92	0.77		T26	4.77	294.83 C D
COLOR	T25	60	5.35	0.78		T19	5.03	333.83 D E
COLOR	T26	60	4.77	0.87		T25	5.35	382.33 E F
COLOR	T27	60	4.50	0.72		T22	5.48	404.67 F

Olor

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
OLOR	T19	60	5.30	1.00	<0.0001	T24	3.02	70.13 A
OLOR	T20	60	5.12	0.69		T23	3.65	129.11 B
OLOR	T21	60	5.22	0.78		T27	4.43	233.23 C
OLOR	T22	60	5.25	0.75		T25	4.58	253.78 C
OLOR	T23	60	3.65	0.78		T20	5.12	336.14 D
OLOR	T24	60	3.02	0.77		T26	5.20	350.33 D
OLOR	T25	60	4.58	0.77		T21	5.22	351.16 D
OLOR	T26	60	5.20	0.73		T19	5.30	352.59 D
OLOR	T27	60	4.43	0.70		T22	5.25	358.05 D

Sabor

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
SABOR	T19	60	5.42	0.70	<0.0001	T24	3.02	66.10 A
SABOR	T20	60	4.98	0.77		T23	4.32	214.16 B
SABOR	T21	60	5.03	0.84		T27	4.53	230.38 B
SABOR	T22	60	5.85	0.84		T25	4.82	265.73 B C
SABOR	T23	60	4.32	1.47		T20	4.98	291.53 C
SABOR	T24	60	3.02	0.77		T21	5.03	299.82 C
SABOR	T25	60	4.82	0.75		T26	5.03	300.49 C
SABOR	T26	60	5.03	0.82		T19	5.42	358.07 D
SABOR	T27	60	4.53	0.87		T22	5.85	408.23 D

Apariencia

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
APARIENCIA	T19	60	4.68	0.93	<0.0001	T24	3.02	73.41 A
APARIENCIA	T20	60	5.02	0.72		T23	3.65	134.99 B
APARIENCIA	T21	60	5.17	0.81		T25	4.57	261.63 C
APARIENCIA	T22	60	5.28	0.67		T27	4.62	272.26 C
APARIENCIA	T23	60	3.65	0.78		T19	4.68	279.89 C D
APARIENCIA	T24	60	3.02	0.77		T20	5.02	331.68 D E
APARIENCIA	T25	60	4.57	0.74		T26	5.10	346.28 E
APARIENCIA	T26	60	5.10	0.75		T21	5.17	354.63 E
APARIENCIA	T27	60	4.62	0.80		T22	5.28	379.75 E

Aceptabilidad

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
ACEPTACIÓN GLOBAL	T19	60	5.57	0.53	<0.0001	T25	4.08	158.23 A
ACEPTACIÓN GLOBAL	T20	60	4.55	0.85		T24	4.12	180.49 A B
ACEPTACIÓN GLOBAL	T21	60	4.48	0.89		T27	4.50	219.68 B C
ACEPTACIÓN GLOBAL	T22	60	5.58	0.53		T21	4.48	220.21 B C
ACEPTACIÓN GLOBAL	T23	60	5.32	0.62		T20	4.55	230.81 B C
ACEPTACIÓN GLOBAL	T24	60	4.12	1.06		T26	4.75	264.53 C
ACEPTACIÓN GLOBAL	T25	60	4.08	0.72		T23	5.32	357.11 D
ACEPTACIÓN GLOBAL	T26	60	4.75	0.88		T19	5.57	400.29 D
ACEPTACIÓN GLOBAL	T27	60	4.50	0.72		T22	5.58	403.14 D

- Suero ácido – *S. thermophilus*

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO COLOR	540	0.00	0.86	0.98	<0.0001
RDUO OLOR	540	0.00	0.74	0.97	<0.0001
RDUO SABOR	540	0.00	0.77	0.93	<0.0001
RDUO APARIENCIA	540	0.00	0.77	0.97	<0.0001
RDUO ACEPTACIÓN GLOBAL	540	0.00	0.85	0.98	<0.0001

Color

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
COLOR	T28	60	4.83	0.78	<0.0001	T33	3.02	83.20 A
COLOR	T29	60	4.65	0.94		T32	3.88	172.53 B
COLOR	T30	60	4.42	1.03		T30	4.42	249.28 C
COLOR	T31	60	5.40	0.62		T36	4.57	270.59 C D
COLOR	T32	60	3.88	0.76		T29	4.65	279.96 C D
COLOR	T33	60	3.02	0.85		T28	4.83	306.64 D
COLOR	T34	60	5.23	0.74		T35	4.87	313.70 D E
COLOR	T35	60	4.87	0.95		T34	5.23	365.81 E F
COLOR	T36	60	4.57	1.01		T31	5.40	392.79 F

Olor

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	P	Trat.	Medias	Ranks
OLOR	T28	60	4.97	0.86	<0.0001	T33	3.02	70.09 A
OLOR	T29	60	5.12	0.69		T32	3.65	129.24 B
OLOR	T30	60	5.22	0.78		T36	4.43	234.49 C
OLOR	T31	60	5.33	0.57		T34	4.58	255.52 C
OLOR	T32	60	3.65	0.78		T28	4.97	316.54 D
OLOR	T33	60	3.02	0.77		T29	5.12	340.12 D E
OLOR	T34	60	4.58	0.77		T35	5.20	354.89 D E
OLOR	T35	60	5.20	0.73		T30	5.22	355.78 D E
OLOR	T36	60	4.43	0.70		T31	5.33	377.83 E

Sabor

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
SABOR	T28	60	5.98	0.13	<0.0001	T33	3.02	70.54 A
SABOR	T29	60	4.98	0.77		T32	3.38	98.20 A
SABOR	T30	60	5.03	0.84		T36	4.53	212.21 B
SABOR	T31	60	5.98	0.43		T29	4.98	265.78 B C
SABOR	T32	60	3.38	0.83		T35	5.03	273.74 C
SABOR	T33	60	3.02	0.77		T30	5.03	274.40 C
SABOR	T34	60	6.32	1.08		T31	5.98	402.98 D
SABOR	T35	60	5.03	0.82		T28	5.98	405.01 D
SABOR	T36	60	4.53	0.87		T34	6.32	431.64 D

Apariencia

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	P	Trat.	Medias	Ranks
APARIENCIA	T28	60	4.68	0.93	<0.0001	T33	3.02	73.21 A
APARIENCIA	T29	60	5.02	0.72		T32	3.65	134.99 B
APARIENCIA	T30	60	5.17	0.81		T34	4.57	261.74 C
APARIENCIA	T31	60	5.30	0.62		T36	4.62	272.30 C
APARIENCIA	T32	60	3.65	0.78		T28	4.68	279.93 C D
APARIENCIA	T33	60	3.02	0.77		T29	5.02	331.67 D E
APARIENCIA	T34	60	4.57	0.74		T35	5.10	346.20 E
APARIENCIA	T35	60	5.10	0.75		T30	5.17	354.54 E
APARIENCIA	T36	60	4.62	0.80		T31	5.30	379.93 E

Aceptabilidad

Variable	TRATAMIENTOS	N	Medias	D.E.	p	Trat.	Medias	Ranks
ACEPTACIÓN GLOBAL	T28	60	4.57	0.93	<0.0001	T29	4.18	189.99 A
ACEPTACIÓN GLOBAL	T29	60	4.18	0.65		T33	4.12	200.73 A B
ACEPTACIÓN GLOBAL	T30	60	4.40	0.83		T34	4.35	221.41 A B C
ACEPTACIÓN GLOBAL	T31	60	5.58	0.50		T30	4.40	226.13 A B C
ACEPTACIÓN GLOBAL	T32	60	5.32	0.62		T28	4.57	254.40 B C D
ACEPTACIÓN GLOBAL	T33	60	4.12	1.06		T35	4.57	258.62 C D
ACEPTACIÓN GLOBAL	T34	60	4.35	0.92		T36	4.72	283.45 D
ACEPTACIÓN GLOBAL	T35	60	4.57	0.93		T32	5.32	378.91 E
ACEPTACIÓN GLOBAL	T36	60	4.72	1.06		T31	5.58	420.88 E