



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: AGROINDUSTRIAS

INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EVALUACIÓN DEL LACTOSUERO DULCE Y PULPA
LIOFILIZADA DE MANGO (*Mangifera indica* L.) EN UNA BEBIDA
LÁCTEA FERMENTADA FUNCIONAL**

AUTORA:

MARÍA AGUSTINA MONTESDEOCA CHÁVEZ

TUTOR:

ING. PABLO I. GAVILANES LÓPEZ, Mg.

CALCETA, JULIO 2020

DERECHOS DE AUTORÍA

MARÍA AGUSTINA MONTESDEOCA CHÁVEZ, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



MARÍA A. MONTESDEOCA CHÁVEZ

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

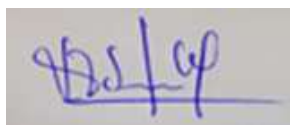
ING. PABLO ISRAEL GAVILANES LÓPEZ, certifica haber tutelado el trabajo de titulación **EVALUACIÓN DEL LACTOSUERO DULCE Y PULPA LIOFILIZADA DE MANGO (*Mangifera indica L.*) EN UNA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA FUNCIONAL**, que ha sido desarrollada por **MARÍA AGUSTINA MONTESDEOCA CHÁVEZ**, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO DE UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE PROGRAMAS DE GRADO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



ING. PABLO GAVILANES LÓPEZ, Mg.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **EVALUACIÓN DEL LACTOSUERO DULCE Y PULPA LIOFILIZADA DE MANGO (*Mangifera indica L.*) EN UNA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA FUNCIONAL**, que ha sido propuesto, desarrollado por **MARÍA AGUSTINA MONTESDEOCA CHÁVEZ**, previa la obtención del título de INGENIERO AGROINDUSTRIAL, de acuerdo al **REGLAMENTO DE UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL DE PROGRAMAS DE GRADO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



ING. NELSON MENDOZA
GANCHOZO, Mg
MIEMBRO



ING. LUISA ZAMBRANO
MENDOZA, Mg
MIEMBRO



ING. IRINA GARCÍA PAREDES, Mg
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme sabiduría y fortaleza,

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad en la cual hemos forjado los conocimientos profesionales día a día,

A mis padres por ser mi pilar fundamental y darme el apoyo necesario a lo largo de mi vida estudiantil, y

A mi tutor Ingeniero Pablo Gavilanes López, por ser un buen guía en la elaboración de la tesis.

MARÍA A. MONTESDEOCA CHÁVEZ

DEDICATORIA

A Dios por haberme y seguirme brindado fuerzas para cumplir mis metas. A mis padres y hermanos por ser el pilar fundamental en mi vida, y por brindarme su apoyo incondicional en mi trayectoria como estudiante. A mis abuelos y de manera particular a mi abuela Sergia, por brindarme siempre su amor maternal y velar por mí ante cualquier mala circunstancia que se me presentó a lo largo de la carrera universitaria. A mis tíos y demás familiares que de alguna u otra manera me brindaron apoyo emocional y económico.

Y dejando lo mejor para el final, a mis incondicionales amigos carmenses: Anderson, Juan y Joseph, quienes siempre estuvieron y han estado acompañándome en cada uno de mis logros y fracasos, quienes, con risas y apoyo intelectual, me acompañaron en cada madrugada de deberes y que nunca dejaron de lado a su amiga Agustina.

MARÍA A. MONTESDEOCA CHÁVEZ

CONTENIDO GENERAL

| | |
|---|------|
| DERECHOS DE AUTORÍA | ii |
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR | iii |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL..... | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| CONTENIDO GENERAL..... | vii |
| CONTENIDO DE CUADROS | x |
| CONTENIDO DE GRÁFICOS | xi |
| CONTENIDO DE FIGURAS | xi |
| RESUMEN | xii |
| PALABRAS CLAVES | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| KEYWORDS | xiii |
| CAPÍTULO I. ANTECEDENTES | 1 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN | 3 |
| 1.3. OBJETIVOS | 4 |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL..... | 4 |
| 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 4 |
| 1.4. HIPÓTESIS..... | 4 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 2.1. LECHE FERMENTADAS..... | 5 |
| 2.2. BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA..... | 6 |
| 2.3. BEBIDA LÁCTEA COMO ALIMENTO FUNCIONAL | 6 |
| 2.4. LACTOSUERO | 8 |

| | |
|---|----|
| 2.5. CULTIVOS INICIADORES | 9 |
| 2.6. MANGO..... | 10 |
| 2.6.1. MANGO (<i>Mangifera indica</i> L.) VARIEDAD ATAULFO | 10 |
| 2.7. LIOFILIZACIÓN..... | 12 |
| 2.8. ANTIOXIDANTES | 13 |
| 2.9. COMPUESTOS FENÓLICOS | 14 |
| CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO | 15 |
| 3.1. UBICACIÓN | 15 |
| 3.2. DURACIÓN DEL PROYECTO | 15 |
| 3.3. MÉTODOS..... | 15 |
| 3.3.1. MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO | 15 |
| 3.3.2. MÉTODO EXPERIMENTAL | 16 |
| 3.4. TÉCNICAS..... | 16 |
| 3.4.1. POLIFENOLES TOTALES | 16 |
| 3.4.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE | 17 |
| 3.4.3. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ..... | 18 |
| 3.4.4. DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD..... | 19 |
| 3.4.5. PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS..... | 19 |
| 3.5. FACTORES EN ESTUDIO..... | 19 |
| 3.5.1. NIVELES | 19 |
| 3.6. TRATAMIENTOS | 20 |
| 3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 20 |
| 3.8. UNIDAD EXPERIMENTAL..... | 21 |
| 3.8.1. FORMULACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA | 21 |
| 3.9. VARIABLES A MEDIR | 22 |
| 3.10. MANEJO DEL EXPERIMENTO | 23 |

| | |
|--|----|
| DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA..... | 23 |
| DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | 24 |
| DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDA LÁCTEA CON ADICIÓN DE PULPA LIOFILIZADA DE MANGO..... | 25 |
| DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA BEBIDA LÁCTEA | 26 |
| 3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO..... | 27 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 28 |
| 4.1. CARACTERIZACIÓN DEL LACTOSUERO Y DE LA PULPA DE MANGO LIOFILIZADA..... | 28 |
| 4.1.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL LACTOSUERO..... | 28 |
| 4.1.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | 29 |
| 4.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES Y FÍSICO-QUÍMICAS DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA..... | 30 |
| 4.2.1. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES..... | 30 |
| 4.2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS | 37 |
| 4.3. ANÁLISIS SENSORIAL..... | 43 |
| 4.3.1. OLOR | 44 |
| 4.3.2. SABOR | 45 |
| 4.3.3. CONSISTENCIA..... | 46 |
| 4.3.4. ACEPTABILIDAD | 46 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 48 |
| 5.1. CONCLUSIONES..... | 48 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 48 |
| BIBLIOGRAFÍA | 49 |
| ANEXOS | 55 |

CONTENIDO DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 2.1. Características físico-químicas del lactosuero ESPAM-MFL..... | 8 |
| Cuadro 2.2. Características químicas en base fresca de la variedad de mango Ataulfo | 11 |
| Cuadro 3.1. Detalle de los tratamientos..... | 20 |
| Cuadro 3.2. Esquema del ANOVA bifactorial AxB..... | 20 |
| Cuadro 3.3. Esquema de ANOVA para interacción de los tratamientos..... | 21 |
| Cuadro 3.4. Formulación de la bebida láctea fermentada | 21 |
| Cuadro 4.1. Análisis físico-químicos del lactosuero dulce | 28 |
| Cuadro 4.2. Análisis de las propiedades funcionales de la pulpa de mango liofilizada | 29 |
| Cuadro 4.3. Prueba de normalidad para las variables funcionales | 30 |
| Cuadro 4.4. Prueba de homogeneidad u homocedasticidad de Levene para las variables funcionales | 30 |
| Cuadro 4.5. ANOVA para los factores lactosuero*pulpa liofilizada de mango de la variable polifenoles totales..... | 31 |
| Cuadro 4.6. HSD para el factor porcentaje de pulpa liofilizada de la variable polifenoles totales | 32 |
| Cuadro 4.7. HSD para tratamientos de la variable polifenoles totales | 32 |
| Cuadro 4.8. ANOVA para los factores lactosuero*pulpa liofilizada de mango de la variable capacidad antioxidante | 35 |
| Cuadro 4.9. HDS para el factor porcentaje de pulpa liofilizada de la variable capacidad antioxidante | 36 |
| Cuadro 4.10. HDS para tratamientos de la variable capacidad antioxidante | 37 |
| Cuadro 4.11. Prueba de normalidad para las variables físico-químicas..... | 38 |
| Cuadro 4.12. Prueba de homogeneidad u homocedasticidad de Levene para las variables físico-químicas | 38 |
| Cuadro 4.13. Anova para los factores lactosuero*pulpa liofilizada de mango de la variable viscosidad..... | 38 |
| Cuadro 4.14. HSD para el factor porcentaje de pulpa liofilizada de la variable viscosidad..... | 40 |
| Cuadro 4.15. HDS para tratamientos de la variable viscosidad | 40 |
| Cuadro 4.16. Anova para los factores lactosuero*pulpa liofilizada de mango de la variable acidez | 42 |

CONTENIDO DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 4.1. Diagrama de cajas y bigotes para los niveles del factor porcentaje de lactosuero de la variable polifenoles totales..... | 31 |
| Gráfico 4.2. Interacción de los factores A*B para la variable polifenoles totales | 34 |
| Gráfico 4.3. Gráfico de cajas y bigotes para los niveles del factor porcentaje de lactosuero de la variable capacidad antioxidante. | 36 |
| Gráfico 4.4. Gráfico de cajas y bigotes para los niveles del factor A de la variable viscosidad . | 39 |
| Gráfico 4.5. Interacción de los factores A*B para la variable polifenoles totales | 41 |
| Gráfico 4.6. Gráfico de cajas y bigotes para los niveles del factor porcentaje de lactosuero de la variable acidez..... | 42 |
| Gráfico 4.7. Gráfico de caja y bigote de la respuesta sensorial para olor | 45 |
| Gráfico 4.8. Gráfico de caja y bigote de la respuesta sensorial para sabor | 45 |
| Gráfico 4.9. Gráfico de caja y bigote de la respuesta sensorial para consistencia..... | 46 |
| Gráfico 4.10. Gráfico de caja y bigote de la respuesta sensorial para aceptabilidad | 47 |

CONTENIDO DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 3.1. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa liofilizada de mango..... | 23 |
| Figura 3.2. Diagrama de flujo para la elaboración de bebida láctea fermentada | 25 |
| Figura 4.1. Análisis Friedman para las características sensoriales de los tratamientos | 44 |
| Figura 4.2. Análisis de Kruskal Wallis de muestras independientes para las características sensoriales de los tratamientos | 44 |

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar lactosuero dulce y pulpa liofilizada de mango para producir una bebida láctea fermentada con característica funcional. Los factores en estudio fueron: porcentaje de lactosuero con niveles de 50% y 60%, y porcentaje de pulpa liofilizada de mango con niveles de 1,5%, 1,75% y 2%. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo bifactorial AxB, se estudiaron seis tratamientos con tres réplicas cada uno. Se utilizó como unidad experimental 2kg de mezcla base conformada por leche, lactosuero, pulpa liofilizada de mango e ingredientes como azúcar y cultivo láctico. Se evaluaron las características funcionales, análisis físico-químicos y sensoriales mediante el programa estadístico SPSS. Polifenoles totales y capacidad antioxidante presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, estableciendo como mejor a T3 (50% lactosuero y 2% pulpa liofilizada de mango), por otro lado, las variables de viscosidad y acidez colocaron como mejor a T6 (60% lactosuero y 2% pulpa liofilizada de mango) y T2 (50% lactosuero y 1,75% pulpa liofilizada de mango) respectivamente. El análisis sensorial se llevó a cabo mediante prueba afectiva, evaluando cinco atributos (color, olor, sabor, consistencia y aceptabilidad), con una escala hedónica de cinco puntos, estableciendo como mejor tratamiento a T4 (60% de lactosuero y 1,50% pulpa liofilizada de mango), obteniendo una bebida de consistencia fluida con un olor y sabor agradable, catalogada como aceptable. La combinación de 50% de lactosuero dulce y 2% de pulpa liofilizada de mango evidenció una bebida con potencial funcional y favorables características físico-químicas.

PALABRAS CLAVES

Capacidad antioxidante, bebida funcional, mango, liofilización.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate sweet whey and lyophilized mango pulp to produce a fermented milk drink with functional characteristics. The factors under study were: percentage of whey with levels of 50% and 60%, and percentage of freeze-dried mango pulp with levels of 1.5%, 1.75% and 2%. A Completely Random Design (DCA) was applied in a two-factor AxB arrangement, six treatments with three replicates each were studied. A 2kg base mix consisting of milk, whey, lyophilized mango pulp and ingredients such as sugar and lactic acid was used as an experimental unit. Functional characteristics, physical-chemical and sensory analyzes were evaluated using SPSS statistical program. Total polyphenols and antioxidant capacity presented statistically significant differences between treatments, establishing T3 (50% whey and 2% lyophilized mango pulp as best), on the other hand, the variables of viscosity and acidity placed T6 (60% whey and 2% freeze dried mango pulp) and T2 (50% whey and 1.75% freeze dried mango pulp) respectively. Sensory analysis was carried out using a affective test, evaluating five attributes (color, odor, flavor, consistency and acceptability), with a five-point hedonic scale, establishing T4 as the best treatment (60% whey and 1.50% lyophilized mango pulp), obtaining a fluid consistency drink with a pleasant smell and taste, classified as acceptable. The combination of 50% sweet whey and 2% freeze-dried mango pulp showed a drink with functional potential and favorable physico-chemical characteristics. The combination of 50% sweet whey and 2% freeze-dried mango pulp showed a drink with functional potential and favorable physico-chemical characteristics.

KEYWORDS

Antioxidant capacity, functional drink, mango, lyophilization.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El lactosuero es definido como el residual líquido obtenido de la elaboración de queso después de la precipitación de la caseína y separación del coágulo formado (Rodríguez & Hernández, 2017). Este representa el 80 – 90 % del volumen total de la leche que entra en el proceso y contiene alrededor de 50 % de los nutrientes de la leche original: proteínas solubles, lactosa, grasa, vitaminas y sales minerales (Linares, y otros, 2014).

Existen varios tipos de lactosuero dependiendo del tipo de coagulación de la caseína. El suero dulce, está basado en la coagulación enzimática (renina) de la caseína a pH 6,5; el ácido resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos minerales para coagular la caseína como ocurre en la elaboración de quesos frescos (Ruiz, Cabrera, Pérez, & Rodríguez, 2018).

En la actualidad, las compañías enfrentan un gran problema de contaminación al generar 1,6 billones de litros de suero ácido por año como residuo, los nutrientes presentes en el suero generan cerca de 3,5 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y 6,8 kg de demanda química de oxígeno (DQO) por cada 100 kg de lactosuero líquido que debe degradarse, donde la lactosa es el principal componente que contribuye a la alta DBO y DQO (Mieles, Yépez, & Ramírez, 2018).

En el Ecuador el suero de leche no es aprovechado, por lo que se debe dar un uso eficiente del lactosuero para elevar la rentabilidad de la operación de las queserías (Riofrío, 2014).

El consumo de bebidas lácteas a partir de suero está muy difundido por su valor nutritivo y menor costo. Industrialmente el suero sirve como ingrediente en la elaboración del kéfir, kumis y bebidas lácteas con frutas (Montesdeoca, Benítez, Guevara, & Guevara, 2017).

Existen estudios del uso de lactosuero y frutas en la elaboración y mejora de la calidad nutricional de bebidas (Ruiz, Cabrera, Pérez, & Rodríguez, 2018). Desde tal perspectiva se genera la visión de un consumo alimenticio saludable, fomentando la regeneración del organismo humano por medio del consumo de fuentes de polifenoles totales y capacidad antioxidante (Muñoz, Cabrera, Burgos, & Burgos, 2019).

Es importante resaltar que “entre los productos de exitosa aceptación que emergen del suero debido a sus bajos costos de producción, grado de calidad alimenticia y aceptable sabor, se encuentran las bebidas refrescantes, producto de la mezcla del suero con frutas, tales como guanábana, naranja, guayaba, maracuyá y mango (Muñoz, Cabrera, Burgos, & Burgos, 2019).

El mango (*Mangifera indica L.*) es una fruta tropical que destaca por su particular sabor y aroma, tiene amplia aceptación y una creciente demanda en los mercados nacionales e internacionales, uno de los compuestos que pueden dar un valor adicional a este fruto son los antioxidantes naturales que posee, y al conjunto de compuestos fenólicos y carotenoides totales (García, López, Saucedo, Salazar , & Suárez, 2015).

El proceso de liofilización es el procedimiento de deshidratación más confiable en la conservación de las características sensoriales y nutricionales de un producto alimenticio, gracias al uso de bajas temperaturas y condiciones especiales de vacío (Surco, Tipiana, Torres, & Valle, 2017). Los polvos obtenidos por este método representan una alternativa viable para conseguir productos con buenas propiedades nutritivas y de interés en la industria alimentaria (Guzmán, 2012).

Actualmente se evidencia el incremento en el desarrollo de nuevos productos, con mejores características sensoriales, combinado con alto valor funcional, entre ellos se encuentran las bebidas fermentadas de lactosuero. En este sentido, surge la necesidad de buscar alternativas en esta línea que permita aprovechar los nutrientes de lactosuero y frutas ricas en compuestos antioxidantes aplicando liofilización para conservar las propiedades funcionales. Con estos antecedentes se plantea la siguiente interrogante.

¿La evaluación de las características físico químicas del lactosuero dulce y pulpa de mango liofilizada permitirá la obtención de una bebida láctea fermentada con característica funcional?

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la industria alimentaria se da escasa importancia a los subproductos resultantes de un proceso, un ejemplo es el lactosuero dulce, obtenido de la industria del queso, con una composición nutricional de 5% de lactosa, 0,85% de proteína, 0,36% de materia grasa y 0,53% de minerales. Conociendo el aporte nutricional valioso del suero, la investigación contribuirá al aprovechamiento del suero evitando un uso inadecuado, en su gran mayoría destinado para la alimentación animal y sin agregación de valor. Por otro lado, la utilización del mango se considera muy importante, puesto que ésta es una fruta tropical, producida a gran escala en Manabí (2237 toneladas/año), que además de sus características sensoriales, posee antioxidantes que, al ser incorporados en una bebida, podrían aportarle características funcionales.

De acuerdo a los reglamentos que rigen en el Ecuador tanto internos como externos se buscará acoplar este trabajo a normas o reglamentos de calidad, como la NTE INEN 2608 para la elaboración de bebidas de leche fermentada, esto para su correcto procesamiento y salvaguardar la integridad y seguridad tanto del producto final como del consumidor.

Para evitar mayores daños al medio ambiente circundante, es viable utilizar el lactosuero en la elaboración de bebidas que aporten ciertos nutrientes, reduciendo así el desecho de una gran porción de este efluente.

La investigación cooperará fundamentalmente para el proyecto institucional: Aprovechamiento del lactosuero dulce en el desarrollo de bebidas lácteas fermentadas con potencial agroindustrial; generando conocimiento que servirá para posteriores publicaciones científicas en el campo de procesamiento de frutas y productos lácteos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del porcentaje de lactosuero dulce y pulpa liofilizada de mango en una bebida láctea fermentada funcional.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar físico-químicamente el lactosuero dulce y las propiedades funcionales de la pulpa de mango liofilizada para su aplicación en una bebida láctea.
- Evaluar el efecto de diferentes dosis de lactosuero y pulpa de mango liofilizada, en las características funcionales y físico-químicas de la bebida.
- Determinar la aceptabilidad de la bebida láctea, mediante análisis sensorial a consumidores.

1.4. HIPÓTESIS

Al menos una de las combinaciones de lactosuero dulce y pulpa liofilizada de mango proporcionan características funcionales a la bebida láctea fermentada.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. LECHES FERMENTADAS

Según Medina et al., (2018) leche fermentada, es el producto derivado de la leche, que ha sido sometido a un proceso de fermentación láctica mediante la acción de microorganismos específicos, convirtiendo la lactosa en ácido láctico.

Las leches fermentadas forman un grupo muy amplio de más de 400 tipos en todo el mundo, debido a que en cada región existen diferentes modalidades de cepas de microorganismos entre los que figuran bacterias, hongos y levaduras, lo que da origen a una amplia gama de estos productos y más aún si se tienen en cuenta los diferentes tipos de leche como materia prima fundamental para la elaboración de los mismos, entre ellas: leche de vaca, cabra, oveja, camella, yegua, búfala, entre otras (Hérmadez & Romagosa, 2015).

Además, Hernández y Romagosa (2015), indican que las leches fermentadas se pueden dividir en tres amplias categorías basadas en los productos metabólicos que generan: leches fermentadas con fermentación ácido láctica, leches fermentadas con fermentación ácido láctica y levaduras, leches fermentadas con fermentación ácido láctica y mohos

La norma técnica andina (2007), estipula que este tipo de productos, son los resultantes de la fermentación de la leche, principalmente de leche de vaca pudiendo ser también de oveja, cabra, búfalo u otras, autorizadas por la autoridad sanitaria competente, pasteurizada o esterilizada, por la acción de fermentos lácticos benéficos específicos. A su vez, la misma norma indica, que de acuerdo a sus características las leches fermentadas, se pueden clasificar por su contenido de grasa, por sus ingredientes, por su proceso de elaboración y finalmente por su contenido de etanol.

2.2. BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

Una bebida láctea fermentada puede definirse como una mezcla de leche y otros productos lácteos adicionada con cultivos microbianos. Estos cultivos son generalmente probióticos, es decir microorganismos vivos que aportan un beneficio a la salud del consumidor proporcionándole un balance a la microflora del intestino (Corona, Sosa, Cerón, Gómez, & Rodríguez, 2018). Estos productos lácteos de consistencia fluida, deben contener un porcentaje mínimo de 40% (p/p) de leche fermentada y puede contener otros ingredientes como suero o jarabes (van Hissenhoven, 2017)

2.3. BEBIDA LÁCTEA COMO ALIMENTO FUNCIONAL

Los alimentos funcionales son aquellos que cumple una función específica, adicional a sus características nutricionales, con el objetivo de mejorar la salud y reducir el riesgo de enfermedad. La tendencia internacional a producir este tipo de alimentos con lactosuero está basada en el uso de proteínas lácteas, péptidos, polisacáridos, Lactobacillus y en el desarrollo de alimentos para el cuidado de la piel. Las propiedades funcionales de este subproducto son usualmente atribuidas a la fracción proteica, pues el suero incluye dentro de su composición β -lactoglobulina y α -lactoalbúmina (Corona, Sosa, Cerón, Gómez, & Rodríguez, 2018).

Las frutas, los jugos de frutas y los purés se utilizan en una variedad de productos que incluyen mermeladas, conservas y batidos, mismos que contienen muchos antioxidantes que promueven la salud. El papel de los componentes antioxidantes es reducir el riesgo de muchas enfermedades crónicas, como algunos tipos de cáncer, enfermedades coronarias e inmunes. El jugo de uva, por ejemplo, es rico en componentes fenólicos y diferentes estudios han demostrado que estas sustancias poseen propiedades biológicas, actividad relacionada con los beneficios para la salud de los consumidores. Los componentes fenólicos en los jugos de uva principalmente los flavonoides, flavonoles y antocianinas están asociados con una mejor salud, junto con otros

compuestos, que no son flavonoides, como los ácidos fenólicos y el resveratrol de estilbenos (Morais, Tiburski, Teixeira, Ferreira, & Rosenthal, 2016).

Las investigaciones exhaustivas sobre las propiedades nutricionales de las frutas han llevado al desarrollo de nuevas bebidas a base de jugos de frutas y leche, que han sido bien aceptadas por los consumidores. La adición de frutas agrega valor, promueve la aceptación del consumidor porque muchas personas no aprecian el sabor de la leche pura y aumenta los nutrientes de los productos lácteos tradicionales. También es importante destacar que la industria láctea a menudo busca nuevos productos y tecnologías para satisfacer los requisitos de los consumidores y aumentar la rentabilidad de los productos (Morais, Tiburski, Teixeira, Ferreira, & Rosenthal, 2016).

Se han informado intentos de utilización de suero en la formulación de diversos productos lácteos. Sin embargo, todavía hay mucho margen para explorar su utilización en las industrias de bebidas. El desarrollo de las bebidas a base de suero es una de las vías más atractivas para la utilización de suero para el consumo de humanos (Morais, Tiburski, Teixeira, Ferreira, & Rosenthal, 2016).

El desarrollo de bebidas de lactosuero fermentado, se ha venido incrementando, en aras de aprovechar al máximo todas las bondades de este coproducto de la industria y los beneficios que aportan ciertas frutas liofilizadas en los productos lácteos (Rodríguez & Hernández, 2017).

En el país, se han obtenido bebidas lácteas fermentadas a partir de lactosuero dulce y polvo orgánico liofilizado de maqui (*Aristotelia chilensis*) donde se evaluó la capacidad antioxidante y cuantificación de polifenoles, con buena viabilidad probiótica y aceptabilidad general. En cuanto al contenido de polifenoles de la bebida, los valores iniciales fueron de 28.52 y 38.99 y al cabo de 28 días de almacenamiento 20.19 y 30.48 mg/100 ml de Eq Acido Gálico para la bebida con 0,75 o 1.5% de adición de maqui, respectivamente (Martínez & Tinoco, 2018).

Además, se ha estado investigando el desarrollo de bebidas de lactosuero fermentado con la adición de jugo de sábila y pulpa de frutas logrando un producto con buena aceptabilidad y vida de almacenamiento de hasta 21 días y

con beneficios a la salud dado por los cultivos probióticos, el jugo de sábila y las bondades de la pulpa de guanábana (Rodríguez & Hernández, 2017).

2.4. LACTOSUERO

El lactosuero es un líquido remanente de la coagulación de la leche durante la elaboración de quesos. (Vásquez, Pinto, Rodríguez, Carmona, & Gómez, 2017). Se define por ser un líquido fluido, de color verdoso amarillento, turbio (González, y otros, 2017). Se lo puede definir también, como el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada, después de la coagulación de la leche pasteurizada y/o los productos derivados de la leche pasteurizada. La coagulación se obtiene mediante la acción de, principalmente, enzimas del tipo del cuajo (NTE INEN 2594, 2011).

Este subproducto, contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de la leche. El 95% de lactosa (azúcar de la leche), el 25% de las proteínas y el 8% de la materia grasa de la leche. Su composición va a variar dependiendo del origen de la leche y el tipo de queso elaborado (Amezquita, Camargo, & Guerrero , 2018).

Es uno de los subproductos alimentarios más ricos de la naturaleza, pues contiene todos los aminoácidos esenciales; es de fácil digestibilidad, tiene cantidades apreciables de lactosa, grasas, vitaminas A, C, D, E y del complejo B, así como minerales, tales como: calcio, fósforo, potasio y hierro (Vásquez, Pinto, Rodríguez, Carmona, & Gómez, 2017) .

El suero en consecuencia, no constituye un sustituto integral de la leche de vaca por ser una fracción de la misma, pero contiene nutrientes y compuestos con beneficios nutricionales. Los diferentes compuestos proteínicos del suero tienen además propiedades antimicrobianas y bioactivas benéficas sobre el sistema cardiovascular, inmune, muscular, óseo y neurológico (Amezquita, Camargo, & Guerrero , 2018).

Cuadro 2.1. Características físico-químicas del lactosuero ESPAM-MFL

| Componente | Resultados |
|-----------------|------------|
| Lactosa % (m/m) | 4,8 |

| | |
|--|------|
| Proteína láctea, % (m/m) | 0,8 |
| Grasa láctea, % (m/m) | 0,35 |
| Ceniza, % (m/m) | 0,65 |
| Acidez titulable, % (calculada como ácido láctico) | 0,16 |
| pH | 6,6 |

Fuente: (Montesdeoca, Benítez, Guevara, & Guevara, 2017).

En función a las propiedades y a su composición, el lactosuero puede ser dulce, salado o ácido (Abadía & Pérez, 2017).

- **Lactosuero dulce:** se obtiene como subproducto de la elaboración de quesos duros, semiduros y algunos quesos blandos en los cuales es utilizado el cuajo como insumo principal (Abadía & Pérez, 2017).
- **Lactosuero ácido:** se obtiene al precipitarse la caseína en presencia de ácido láctico (Abadía & Pérez, 2017).
- **Lactosuero salado:** se genera cuando se le agrega sal a la leche o al lactosuero durante el proceso de la elaboración de queso (Abadía & Pérez, 2017).

2.5. CULTIVOS INICIADORES

Los cultivos iniciadores se pueden determinar como una preparación o material que incluye grandes cantidades de un solo microorganismo o varios microorganismos, que pueden añadirse para aligerar y mejorar el proceso fermentativo (Gonzáles, 2018).

Las bacterias ácido lácticas (BAL) están presentes en la alimentación del hombre desde hace mucho tiempo y es posible encontrarlas en diferentes productos (Velázquez, Covatzen, Toledo, & Gutiérrez, 2018). Los principales microorganismos presentes en los cultivos empleados en las leches fermentadas son las bacterias ácido lácticas. Estas bacterias se clasifican según su temperatura óptima de crecimiento y pueden ser mesófilas (temperatura óptima de crecimiento de 30 °C) o termófilas (temperatura óptima de crecimiento de 42 °C). Para la fabricación del yogur se emplean bacterias lácticas termófilas (van Hissenhoven, 2017).

Las bacterias ácido lácticas son bacterias de forma esférica o de bastón que componen un grupo heterogéneo de bacterias gram positivas en el cual el ácido

láctico es su principal producto obtenido a partir de los carbohidratos. El cultivo iniciador se utiliza como cultivo directo congelado o cultivo a granel (2-3%) (Martínez & Tinoco, 2018).

2.6. MANGO

El mango (*Mangifera indica*) es un árbol, de hojas alternas, lanceoladas, pecioladas, con flores pequeñas de tono verde-amarillento, de inflorescencia en forma de panícula terminales o axilares. El fruto es una drupa de color amarillo-rojizo comestible perteneciente a la familia *Anacardiaceae* que en los últimos años ha pasado a ser un valioso y económicamente importante fruto tropical en todo el mundo debido a su composición, sabor y calidad nutricional (Fernández, Hernández, & Sulbarán, 2016).

Según Ríos (2019), es un fruto tropical que contiene compuestos con actividad fisiológica como vitaminas: A, C y E, polifenoles, carotenos, minerales: K, Mg, Fe, P y Ca, ácidos orgánicos, fibras, entre otros.

Es un alimento fuente de ácido ascórbico (9.79 a 186 mg /100 g), carotenoides (1159 a 3000 mg/100 g) y (poli)fenoles presentes en la parte comestible de la fruta que le confieren capacidad antioxidante. La calidad nutracéutica del mango ha sido estudiada en función de su capacidad antioxidante, el contenido de (poli)fenoles y carotenoides totales en variedades como Francis, Kent, Ataulfo, Tommy Atkins, Haden (Corrales, Maldonado, Urango, Franco, & Rojano, 2014).

2.6.1. MANGO (*Mangifera indica* L.) VARIEDAD ATAULFO

El mango Ataulfo es el cultivar de origen mexicano con más aceptación en los mercados internacionales. Si bien su genealogía es incierta, pues se desconocen sus progenitores, se ha mencionado que posiblemente provenga de una mutación, o bien, sea producto de una hibridación natural. En el Ecuador la variedad Ataulfo, es conocida como variedad criolla: alcanfor colorado, se caracteriza por su color amarillo intenso, la piel delgada, la semilla pequeña, el alto contenido de azúcar, el excelente aroma y sabor y principalmente por tener menos fibra que otros cultivares (Quilantán, Infante, Esquinca, Ibarra, & Palacio, 2011).

Cuadro 2.2. Características químicas en base fresca de la variedad de mango Ataulfo

| Parámetros | Valores |
|-------------------|----------------|
| ATT (%) | 0,3 |
| Ph | 1,6 |
| SST (°Brix) | 9,5 |
| IS SST/ATT | 31,6 |
| Humedad (%) | 82,4 |
| Cenizas (%) | 0,5 |
| AT (%) | 27,1 |
| Vit C (mg g-1) | 17,7 |

* ATT: acidez total titulable; SST: sólidos solubles totales; IS: índice de sabor (SST/ATT); AT: azúcares totales; VIT C: vitamina C;

A su vez, la variedad de mango "Ataulfo" es una rica fuente de polifenoles (PP), con antioxidantes y propiedades anticancerígenas (Velderrain, y otros).

Cuadro 2.3. Características funcionales del mango *Mangifera Indica L.* variedad Ataulfo

| Componente | Resultados |
|--|-------------------|
| Polifenoles totales (mg EAG/100 g) | 322,90 |
| Capacidad antioxidante (% inhibición DPPH) | 14,44 |
| Flavonoides (mg CAT/100 g) | 215,74 |

Fuente: (Velderrain, y otros)

Según Garrido y Valdés (2012), los polifenoles presentes en el mango (35-45%), están conformados por mangiferina (componente mayoritario), catequina, epicatequina, ácido gálico, propil éster, ácido gálico, metil éster, ácido benzoico, propil éster, ácido 3,4- dihidroxibenzoico, ácido benzoico y ácido gálico. La capacidad antioxidante del mango se ve influenciada por el compuesto mangiferina (principio activo del mango).

La pulpa de mango generalmente se vende fresca, enlatada, procesada como jugos, néctares, mermeladas, secada al sol e incluso liofilizada. Es una fuente de varios fitoquímicos, como polifenoles (PP), con beneficios para la salud (p. ej., efectos anticancerígenos) y propiedades útiles, por lo puede usarse como ingrediente en otros alimentos.

El consumo fresco del mango puede ser aprovechado de diversas formas, su disponibilidad se concentra en determinadas épocas durante el año por ello es considerado un fruto estacional y perecedero; este hecho debe constituir un

incentivo para su conservación, allí la importancia de generar alternativas que prolonguen su vida útil (Surco, Tipiana, Torres, & Valle, 2017).

2.7. LIOFILIZACIÓN

El proceso de liofilización es el procedimiento de deshidratación más confiable en la conservación de las características sensoriales y nutricionales de un producto alimenticio, gracias al uso de bajas temperaturas y condiciones especiales de vacío (Surco, Tipiana, Torres, & Valle, 2017).

La deshidratación por liofilización, es una técnica de secado apropiada para los alimentos, debido a que, no afecta la estabilidad y la actividad de compuestos bioactivos; además es un método de interés para la conservación de alimentos que permite prolongar el tiempo de vida útil y mantener significativamente propiedades físicas y fisicoquímicas relacionadas con la calidad (Serna, Torres, & Ayala, 2015)

Consiste en la eliminación del agua mediante dos etapas, primero se congela el alimento y posteriormente se elimina el hielo por sublimación desde la fase sólida hacia la fase vapor. Los principales beneficios de la liofilización son la disminución de la actividad de agua (a_w), mejoramiento de la textura y aumento de la porosidad producida por la sublimación de los cristales de hielo (Serna, Torres, & Ayala, 2015).

La liofilización comienza con la congelación del producto a bajas temperaturas (-30°C a -40°C) y presiones reducidas (0,3 mbar a 0,14 mbar), donde el tamaño de los cristales de hielo se regula normalmente con las velocidades de congelación, puesto que una tasa lenta promueve la formación de cristales de gran tamaño, favoreciendo la liofilización, pero afectando la integridad de las membranas celulares, mientras una alta tasa produce microcristales minimizando el daño a las membranas celulares; sin embargo, simultáneamente incrementa la presencia de agua no congelada atrapada en la zona vítrea que es difícil de retirar en el secado. La segunda etapa es el secado primario, en el cual se produce un calentamiento bajo condiciones de vacío, para retirar el agua por sublimación en distintas

etapas. Esta velocidad de secado puede influir en las características físico-químicas del producto final (Mosquera, Ayala, & Serna, 2019).

Según Caballero et al. (2017) la liofilización provoca un cambio en la textura del producto, aumentando la porosidad y como consecuencia el aumento de superficie específica lo que provoca una reducción de la resistencia a la difusión de la humedad durante la fase final. Al realizar una congelación lenta se forman cristales de agua más voluminosos, provocando una rápida velocidad de secado y obteniendo poros más grandes, en comparación con la congelación rápida la cual genera cristales más finos, obteniendo como resultado poros más pequeños. La porosidad obtenida en el proceso de liofilización hace que se pueda obtener buenos resultados al rehidratar el producto procesado.

2.8. ANTIOXIDANTES

La importancia de evaluar la capacidad antioxidante en una fruta radica en que se asocia a los compuestos que poseen la habilidad de suprimir los efectos perjudiciales causados por las especies reactivas de oxígeno (radicales libres). (Villareal, y otros, 2019). Los radicales libres son sustancias que poseen uno o más electrones desapareados, convirtiéndolos en compuestos altamente reactivos que provocan el estrés oxidativo (desbalance entre los compuestos oxidantes y los antioxidantes).

El estrés oxidativo puede generar daños en el ADN de las células, en las proteínas, carbohidratos, aminoácidos, etc. Los antioxidantes minimizan este efecto pues reaccionan con los radicales libres antes de que alcancen los compuestos biológicos. Esta habilidad de capturar un radical se conoce como capacidad antioxidante, y por lo general lo realizan compuestos como la vitamina C (reduce la incidencia de enfermedades degenerativas), la vitamina E (agente protector contra la peroxidación lipídica de las membranas), carotenoides (influyen positivamente ante algunos tipos de cáncer) y polifenoles (previenen enfermedades cardiovasculares entre otras) (De la Vega, Cañarejo, & Cabascango, 2019)

Un antioxidante es una molécula o compuestos químicos, presentes en la naturaleza en muchas variedades de alimentos, que se caracterizan por inhibir

la oxidación de otras moléculas o de un sustrato oxidable, causados por los radicales libres u oxígeno libre. La actividad o capacidad antioxidante de un alimento lácteo es importante tanto para la vida útil del producto, así como para la protección contra el daño oxidativo en el cuerpo humano (Rioja, 2018)

Un polifenol, puede ser definido como antioxidante si cumple con dos condiciones: (1) si a bajas concentraciones, relativas al sustrato a oxidar, es capaz de detener, retardar o prevenir la autooxidación, o es mediador de la oxidación causada por los radicales libres; y (2) el radical formado como resultado de la reacción, debe de ser estable y no es capaz de participar en las reacciones en cascada de oxidaciones (Villareal, y otros, 2019).

2.9. COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos son moléculas que tienen uno o más grupos hidroxilo unidos a un anillo aromático. Junto con las vitaminas, los compuestos fenólicos se consideran importantes antioxidantes en la dieta, por ejemplo, se encuentran presentes en frutas, hortalizas, raíces y cereales (Peñarrieta, Tejeda, Mollinedo, & Bravo, 2014).

Los polifenoles son grupos representativos de metabolitos secundarios y se consideran compuestos biológicamente activos que no son nutrientes y en ocasiones pueden contribuir con propiedades organolépticas (sabor o color) de las frutas. Los compuestos fenólicos tipo flavonoides pueden generar distintos beneficios aparte de apoyar la capacidad antioxidante que pueda presentar una fruta, también pueden desarrollar actividad antimicrobiana y antiviral, inhibir enzimas, quelar hierro, regular la expresión génica entre otras. Los carotenos también pueden relacionarse con el color de las frutas, la cuantificación de estos compuestos y la evaluación del color de puede ampliar el panorama que determine la capacidad antioxidante (De la Vega, Cañarejo, & Cabascango, 2019).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El desarrollo de los tratamientos se llevó a cabo en el Taller de Lácteos, mientras que los análisis físico-químicos fueron realizados en el laboratorio de Bromatología, ambos ubicados en la carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, en el sitio El Limón a 2 Km de la ciudad de Calceta, entre las coordenadas de 0°49'23" de latitud sur y 80°11'1' de longitud oeste a una altitud de 15 msnm (Google, s.f.).

El proceso de liofilización, al igual que los análisis de polifenoles totales y capacidad antioxidante se realizaron en el laboratorio de investigación de alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ubicada en la ciudad de Manta, con latitud sur 0°57'10" y longitud oeste 80°44'43", con una altitud promedio de 20 msnm (Google, s.f.).

El panel de catadores no entrenados, requeridos para el análisis sensorial se lo instaló dentro del salón de clases de 10mo semestre, perteneciente a la Carrera de Agroindustria.

3.2. DURACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto tuvo una duración de nueve meses aproximadamente, a partir de su aprobación.

3.3. MÉTODOS

3.3.1. MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO

En base a lo citado por Rodríguez y Pérez (2017), en esta investigación la hipótesis fue un punto de partida para obtener nuevas deducciones. Se partió de una hipótesis inferida de principios o leyes o sugerida por los datos empíricos, y aplicando las reglas de la deducción, se arribaron a predicciones que se sometieron a verificación empírica, y si hubo correspondencia con los hechos, se comprobó la veracidad o no de la hipótesis de partida. Incluso, cuando de la

hipótesis se arribó a predicciones empíricas contradictorias, las conclusiones que se derivaron fueron muy importantes.

3.3.2. MÉTODO EXPERIMENTAL

El modelo clásico de experimento consistió en un ensayo deliberado, definido y comparativo en el cual un conjunto de elementos (llamado grupo experimental) fue sometido a la acción de un factor (tratamiento experimental) cuyo efecto interesó investigar (Rodríguez & Pérez, 2017).

La investigación presentó un enfoque experimental debido a que se manipularon varias variables de estudio, tales como porcentaje de lactosuero dulce y pulpa liofilizada de mango, para controlar el aumento o disminución de las mismas y su efecto en la calidad funcional y físico-química de la bebida láctea.

3.4. TÉCNICAS

3.4.1. POLIFENOLES TOTALES

La medida del contenido de fenoles totales para la pulpa liofilizada y la bebida láctea, se realizó conforme al procedimiento que describe García et al. (2015), utilizando el método de Folin-Ciocalteu:

- En un tubo se tomó la cantidad adecuada de muestra (pulpa liofilizada de mango y bebida láctea) y añadió metanol en relación 1:2.
- Adicionando Fluoruro de Sodio (NaF) 2 mM al 20% se inactivó la enzima polifenol oxidasa, previniendo la degradación de los polifenoles durante el ensayo.
- Homogeneizando el contenido de los tubos en el vortex y centrifugando a 10000 rpm durante 15 minutos a 10°C y se recuperó el sobrenadante.

La disolución de ácido gálico se preparó según a lo que García et al. (2015) detalla, preparando una disolución concentrada o madre de ácido gálico de 100 mg/L y a partir de esta disolución se prepararon 10 mL de disoluciones diluidas de concentraciones crecientes de ácido gálico entre 0 y 16 ppm procediendo de la siguiente manera:

- Se enumeró previamente los tubos de ensayo.

- A cada tubo se añadió la cantidad correspondiente de agua destilada.
- Luego a cada tubo se agregó también la cantidad correspondiente de ácido gálico.
- En vortex se agitó y mantuvo en oscuridad y en refrigeración. Se homogeneizó los matraces y mantuvo en oscuridad a temperatura ambiente durante 2 horas.
- Se midió la absorbancia a 765 nm (Espectrofotómetro UV/VIS Genesys10, USA).

Finalmente, para la obtención del contenido de compuestos fenólicos, expresados en mg de ácido gálico Eq/100 g (mg EAG/100 g), se realizó lo siguiente:

- De la muestra de los compuestos polifenólicos se tomó 3 mL y colocó en matraces aforados de 25 mL.
- Se añadió 15 mL de agua destilada y 1,25 mL de reactivo de Folin Ciocalteu.
- Homogeneizado el contenido de los matraces se dejó reposar 8 minutos en oscuridad.
- Transcurrido este tiempo, se adicionó a cada matraz 3,75 mL de la disolución de carbonato sódico al 7,5% y llevó a un volumen de 25 mL con agua destilada.
- Se homogeneizó los matraces y mantuvo en oscuridad a temperatura ambiente durante 2 horas y midió la absorbancia a 765 nm (Espectrofotómetro UV/VIS Genesys10, USA).

3.4.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

- **DETERMINACIÓN DE RADICALES LIBRES ABTS (ácido 2,2-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfónico**

El ensayo antioxidante, descrito por Nossa et al. (2016), se basó en medir la capacidad de los antioxidantes para capturar el radical ABTS:

- Para expresar la actividad antioxidante de los extractos en equivalente Trolox, se realizó una curva de calibración, haciendo uso de una solución

patrón, disolviendo 2 mg de Trolox en 10 ml de metanol al 80%, de la que se obtuvieron diluciones de 5, 20 y 35 mg Trolox.

Siguiendo la misma metodología de Nossa et al. (2016), el radical ABTS (2,2-azinobis (3- etilbenzotiazolino -6- ácido sulfónico)) se forma tras la reacción de ABTS (7mM) con persulfato potásico (140 mM), incubados a temperatura ambiente y oscuridad por 16 h. Una vez formado el radical ABTS se diluyó con etanol al 95% hasta obtener una absorbancia entre 0,7 a 1,2nm.

- En una cubeta de poliestireno se adicionó 10µL de la solución concentrada de polifenoles y 990µL del radical ABTS.
- Se mantuvo en ambiente oscuro y luego se registró su absorbancia a 734 nm (Espectrofotómetro UV/VIS Genesys10, USA).
- Se registró la capacidad antioxidante después de 8 minutos en la que se observó el valor de absorbancia constante.

El porcentaje de inhibición del radical se calculó con la ecuación 3.1:

$$\% \text{Inhibición ABTS} = \frac{(A_c - A_m)}{A_c} * 100 \quad [3.1]$$

Donde:

Ac: Absorbancia de control (absorbancia del reactivo ABTS)

Am: Absorbancia de muestra (8 min)

Los resultados se expresaron en µmol equivalentes de Trolox/g (mg ET/100 g) de base seca, o también conocido como TEAC. El uso de este ensayo, proporcionó una manera fácil y rápida de evaluar los antioxidantes por espectrofotometría

3.4.3. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ

Se realizó mediante el método volumétrico citado por Montesdeoca et al. (2017):

- En 9 ml de muestra (bebida láctea), se adicionaron 5 gotas de solución indicadora de fenolftaleína, posteriormente se tituló con hidróxido de sodio

(NaOH) al 0.1 N. La aparición de un color rosa que se mantuvo durante 30 segundos, indicó el punto final de la reacción.

3.4.4. DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD

Se determinó la viscosidad mediante lo propuesto por Martínez y Tinoco (2018):

- Haciendo uso de un viscosímetro rotacional marca BIOBASE BDV-5S, el mismo que funcionó bajo el principio de medición de la resistencia que ofrecieron los 250 mL (muestra) de bebida láctea, cuando se le aplicó una fuerza externa con el husillo o rotor número R2, que indujo al movimiento, bajo condiciones de temperatura de $25,0 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ y 60 rpm, la lectura directa de la viscosidad quedó reflejada en mPa.s.

3.4.5. PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS

PRUEBA AFECTIVA:

Por medio de este test (ver anexo #5), se evaluaron cinco atributos sensoriales: color, olor, sabor, consistencia y aceptabilidad general, en seis tratamientos diferentes.

El procedimiento para la evaluación sensorial se realizó de acuerdo a lo descrito por Molero et al. (2017), utilizando una escala hedónica de cinco puntos, siendo 1: me disgusta mucho; 2: me disgusta moderadamente; 3: ni me gusta ni me disgusta; 4: me gusta moderadamente; 5: me gusta mucho. Para el panel sensorial se utilizó catadores no entrenados.

3.5. FACTORES EN ESTUDIO

Factor A: Porcentaje de lactosuero dulce.

Factor B: Porcentaje de pulpa liofilizada de mango.

3.5.1. NIVELES

Para el factor porcentaje de lactosuero dulce se utilizaron los siguientes niveles:

- $a_1 = 50\%$
- $a_2 = 60\%$

Para el factor porcentaje de pulpa liofilizada de mango, se tuvieron los siguientes niveles:

- $b_1 = 1,50\%$
- $b_2 = 1,75\%$
- $b_3 = 2,00\%$

3.6. TRATAMIENTOS

Al realizar la combinación de los diferentes niveles de cada factor se obtuvieron como resultado los siguientes tratamientos (cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Detalle de los tratamientos

| TRATAMIENTOS | CÓDIGOS | DESCRIPCIÓN | |
|--------------|----------|--------------------------------|--|
| | | Porcentaje de lactosuero dulce | Porcentaje de pulpa liofilizada de mango |
| T1 | a_1b_1 | 50% | 1,50% |
| T2 | a_1b_2 | 50% | 1,75% |
| T3 | a_1b_3 | 50% | 2,00% |
| T4 | a_2b_1 | 60% | 1,50% |
| T5 | a_2b_2 | 60% | 1,75% |
| T6 | a_2b_3 | 60% | 2,00% |

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

La presente investigación fue de tipo experimental y se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo bifactorial AxB (cuadro 3.2), a cada tratamiento se le asignaron tres réplicas.

Cuadro 3.2. Esquema del ANOVA bifactorial AxB

| FUENTES DE VARIACIÓN | GI |
|--|----|
| Total | 17 |
| Porcentaje de lactosuero dulce (A) | 1 |
| Porcentaje de pulpa liofilizada de mango (B) | 2 |
| Interacción (AxB) | 2 |
| Error | 12 |

Existió diferencia significativa entre los factores, por ello se realizó un análisis de los tratamientos, el mismo que se detalla a continuación:

Cuadro 3.3. Esquema de ANOVA para interacción de los tratamientos

| FUENTE DE VARIACIÓN | Gl |
|---------------------|----|
| Total | 17 |
| Tratamientos | 5 |
| Error | 12 |

3.8. UNIDAD EXPERIMENTAL

Para este trabajo se empleó 2kg de mezcla base por cada unidad experimental, conformada por leche, lactosuero dulce, pulpa liofilizada de mango, azúcar, estabilizante y cultivo iniciador (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* *Streptococcus thermophilus*). Se realizaron tres réplicas por cada tratamiento, obteniendo un total de 18 unidades experimentales.

3.8.1. FORMULACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

Se tomó como base la formulación establecida por Martínez y Tinoco (2018), tomando en cuenta los factores en estudio establecidos en la presente investigación: lactosuero dulce y pulpa liofilizada de mango.

La formulación (cuadro 3.4) está conforme a la norma INEN: 2564 (2011) para bebidas lácteas, que establece que las bebidas lácteas deben incorporar al menos el 50% de leche en su formulación.

Se utilizó leche semidescremada debido a que los lípidos de la leche entera, son afectados por otros componentes como cultivos lácticos y algunos aditivos como la sacarosa y pulpas de frutas que en su composición presentan fructooligosacáridos, afectando negativamente al contenido de ácido linoleico conjugado (Hernández & Verdalet, 2003).

Cuadro 3.4. Formulación de la bebida láctea fermentada

| Ingredientes | T1 | | T2 | | T3 | | T4 | | T5 | | T6 | |
|----------------------------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|
| | % | Peso (g) | % | Peso (g) | % | Peso (g) | % | Peso (g) | % | Peso (g) | % | Peso (g) |
| Leche semidescremada | 40,22 | 804,4 | 39,97 | 799,4 | 39,72 | 794,4 | 30,22 | 604,4 | 29,97 | 599,4 | 29,72 | 594,4 |
| Lactosuero dulce | 50 | 1000 | 50 | 1000 | 50 | 1000 | 60 | 1200 | 60 | 1200 | 60 | 1200 |
| Azúcar | 8 | 160 | 8 | 160 | 8 | 160 | 8 | 160 | 8 | 160 | 8 | 160 |
| Estabilizante | 0,25 | 5 | 0,25 | 5 | 0,25 | 5 | 0,25 | 5 | 0,25 | 5 | 0,25 | 5 |
| Pulpa liofilizada de mango | 1,5 | 30 | 1,75 | 35 | 2 | 40 | 1,5 | 30 | 1,75 | 35 | 2 | 40 |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| *Cultivo Iniciador | 0,03 | 0,6 | 0,03 | 0,6 | 0,03 | 0,6 | 0,03 | 0,6 | 0,03 | 0,6 | 0,03 | 0,6 |
| TOTAL | 100 | 2000 | 100 | 2000 | 100 | 2000 | 100 | 2000 | 100 | 2000 | 100 | 2000 |

* Se puede utilizar yogurt natural en una dosis al 2.5% y se ajustaría la fórmula restando al contenido de leche semidescremada

3.9. VARIABLES A MEDIR

- Polifenoles totales (GAE)
- Capacidad antioxidante (% de inhibición del radical ABTS)
- Viscosidad (m Pa.s.)
- Acidez (%)
- Propiedades Organolépticas: Color, Olor, Sabor, Consistencia y Aceptabilidad General.

3.10. MANEJO DEL EXPERIMENTO

DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA

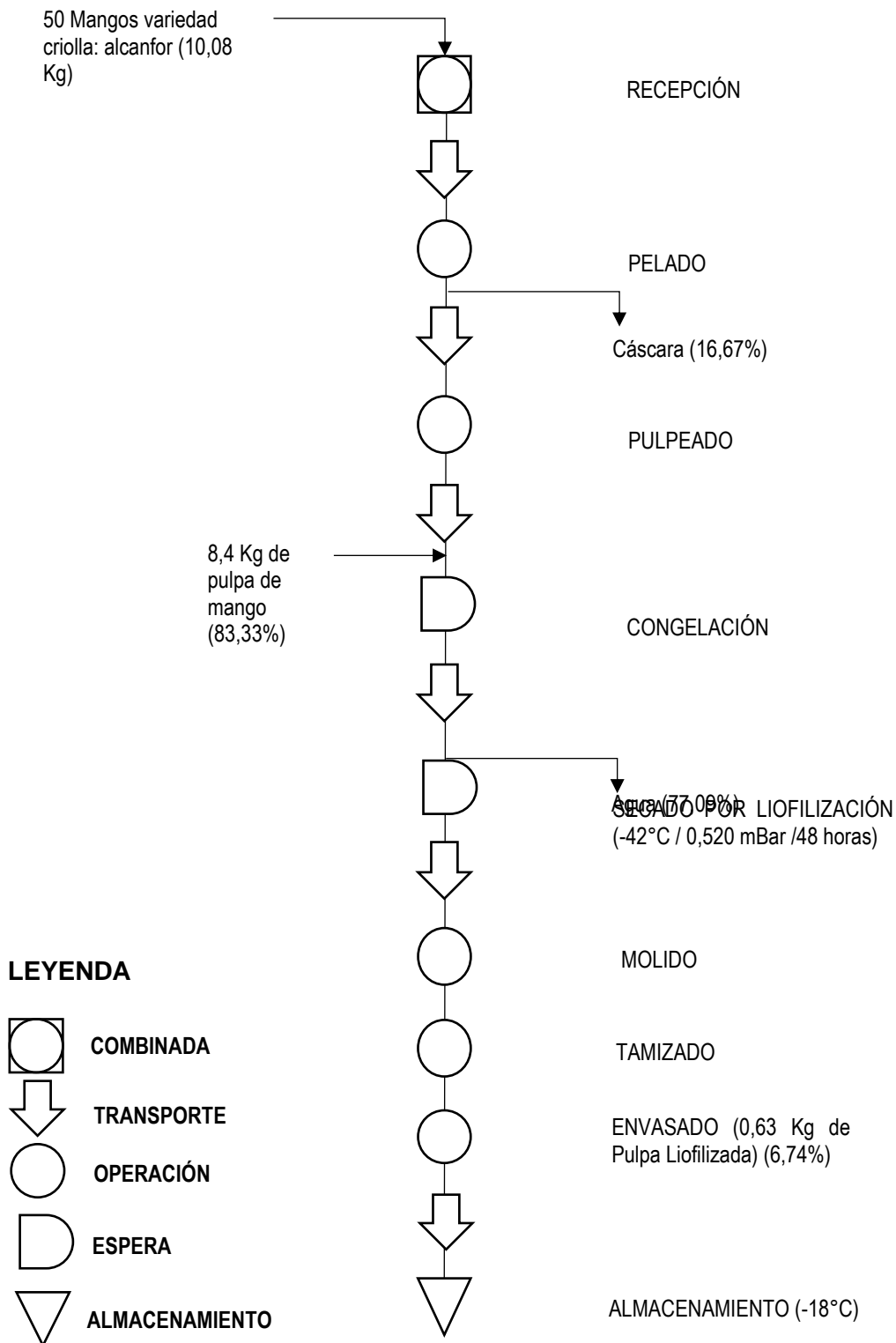


Figura 3.1. Diagrama de proceso para la obtención de pulpa liofilizada de mango

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA

Recepción: Se seleccionó la fruta de acuerdo a su tamaño, peso y estado de madurez grado 4 (ver anexo 7), separando los frutos dañados. Posteriormente, se desinfectó la materia prima con una solución de hipoclorito (50 ppm) por un tiempo de 15 minutos.

Pelado: Se lo realizó de forma manual, separando la cáscara del fruto.

Pulpeado: Utilizando un despulpador giratorio marca METVISA con una lámina de acero inoxidable con perforaciones de 2,5 mm, se separó la pulpa de la semilla.

Congelación: Se colocó la pulpa en moldes para cubos de hielos, y se sometió a una temperatura de -18°C durante un tiempo de 24 horas.

Secado por liofilización: Los cubos de pulpa congelados, se colocaron en el liofilizador, marca LABCONCO con capacidad de retención de hielo de 4,5 litros, a la temperatura de congelación de -42°C y una presión de 0,520 mBar. Este proceso duró 48 horas.

Molienda: Se usó el molino analítico (marca BIOBASE modelo MD 120), logrando la trituración del producto liofilizado

Tamizado: Se utilizó un tamiz de laboratorio marca FILTRA® de diámetro de 0,125mm # 8, con el fin de obtener un producto uniformizado.

Empacado: Se lo realizó en bolsas de polipropileno (bolsas ziploc).

Almacenado: El producto liofilizado se almacenó en congelación (-18°C), hasta su posterior uso.

DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDA LÁCTEA CON ADICIÓN DE PULPA LIOFILIZADA DE MANGO

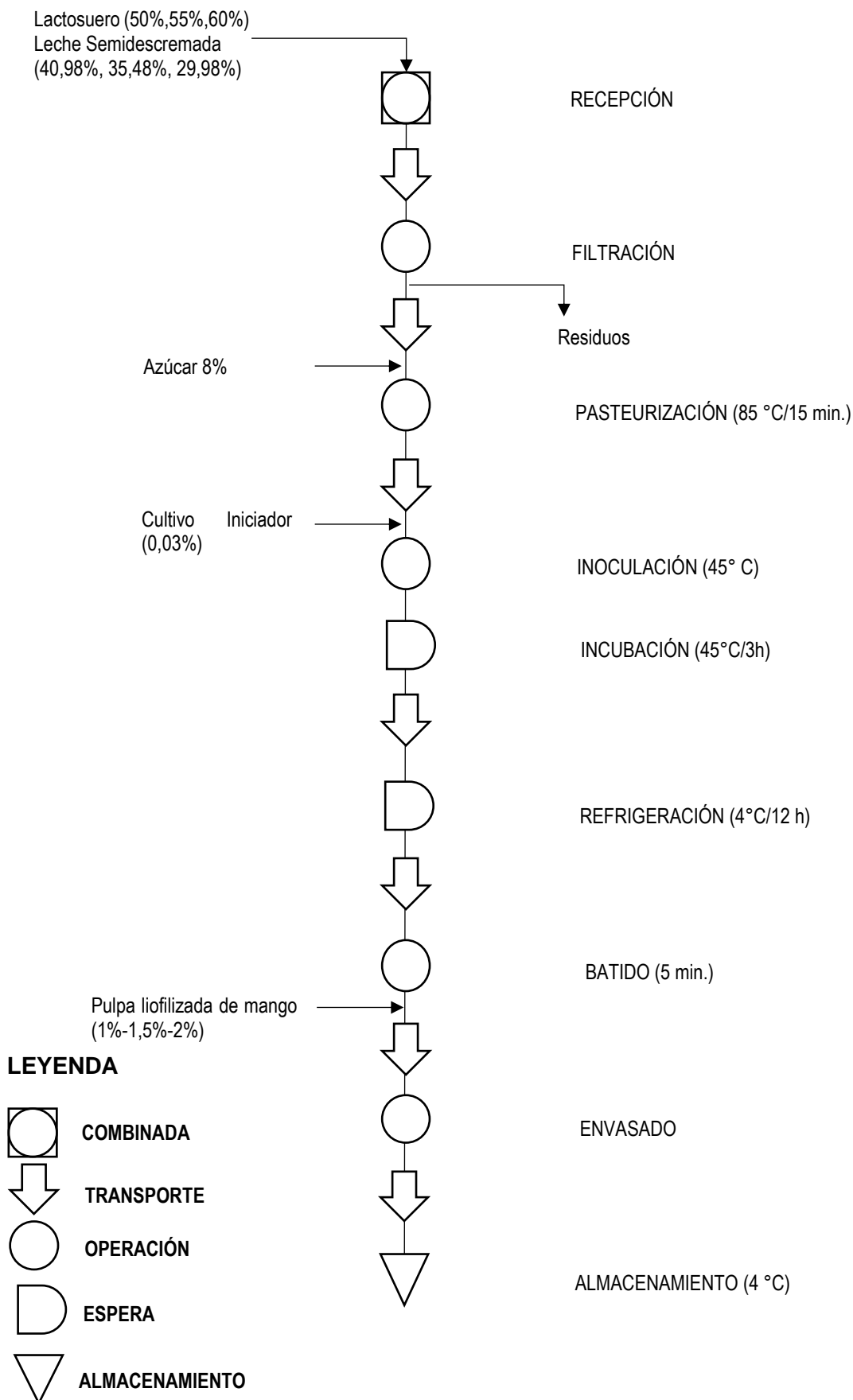


Figura 3.2. Diagrama de proceso para la elaboración de bebida láctea fermentada

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA BEBIDA LÁCTEA

Recepción: Se receptaron las materias primas: lactosuero dulce procedente de los Talleres de Procesos Agroindustriales y leche comercial semidescremada ultrapasteurizada de la marca Vita (1.8% de materia grasa), observando las características organolépticas del lactosuero verificando el color verde translúcido y el aroma propio de la materia.

Filtrado: Seguidamente se prosiguió a filtrar el lactosuero dulce, haciendo uso de un tamiz marca STANDARD SIEVE SERIES de 0,063mm #14, la finalidad de esta operación fue retirar cualquier tipo de impurezas o residuos que pudieron incidir en la elaboración de la bebida láctea fermentada.

Pasteurización: Se llevó a cabo en un pasteurizador, marca CARPIGANI, esta operación se realizó con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos presentes en la leche y el lactosuero dulce. Previo a la pasteurización, el lactosuero fue homogenizado a una temperatura entre 50°C – 55°C, agregando el 8% de azúcar en relación al lactosuero a procesar. Para evitar la separación de sus componentes y obtener un producto uniforme, se le agregó el estabilizante junto con el azúcar (carragenina). La leche y el lactosuero dulce se pasteurizaron a 85°C y se mantuvieron por 30 minutos.

Inoculación: Luego de la pasteurización, se enfrió inmediatamente la base láctea hasta 45°C y se procedió a adicionar el cultivo (YF-L811 marca CHR HANSEN) a los 45°C, se seleccionó una pequeña muestra de la mezcla (lactosuero dulce y leche semidescremada) agregando cultivo a la misma, y posteriormente se añadió éste a la mezcla total.

Incubación: Se mantuvo por un tiempo de incubación de 3 horas, entre 40-45°C. Para mantener la temperatura y por tanto la transformación de la lactosa a ácido láctico, se utilizó baño maría.

Refrigeración: Una vez finalizada la etapa de incubación, se procedió a enfriar y mantener a la bebida fermentada a 4°C en las cámaras de refrigeración por aproximadamente 12 horas.

Batido: La rotura del coágulo, se llevó a cabo mediante acción mecánica, haciendo uso de una paleta de madera, por un tiempo de 5 minutos.

Envasado: Una vez realizado el batido se envasó la bebida láctea fermentada en botellas de polietileno de 250 ml en condiciones asépticas.

3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se utilizó el software SPSS versión 21 (libre) y se realizaron las siguientes pruebas:

- Supuestos del ANOVA: lo que permitió determinar la normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad (Levene) de los datos.
- Análisis de varianza (ANOVA) lo cual permitió estudiar si el factor influyó sobre la variable respuesta.
- Prueba de Tukey nivel de significancia ($p < 0,05$) se realizó para establecer la diferencia significativa entre tratamientos

Los resultados obtenidos de los análisis sensoriales se analizaron utilizando el método estadístico de Friedman.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DEL LACTOSUERO Y DE LA PULPA DE MANGO LIOFILIZADA

4.1.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL LACTOSUERO

En el cuadro 4.1, se muestra los resultados de los análisis físico-químicos realizados al lactosuero dulce obtenido en los talleres agroindustriales de la ESPAM MFL; al ser comparados con la NTE INEN 2594 del suero de leche (2011), los valores de pH, acidez, proteína y cenizas, se encuentran dentro de los límites establecidos, a excepción de la grasa láctea, que se encuentra en un valor mayor a lo especificado por la norma, destacando que el contenido de grasa en el lactosuero depende del proceso y tipo de queso elaborado (Mazorra & Moreno, 2019); no obstante, Ramírez et al. (2018) indica que la presencia de grasa en el lactosuero dulce, en proporciones mayores a 1%, disminuye las propiedades funcionales.

Cuadro 4.1. Análisis físico-químicos del lactosuero dulce

| Análisis | Resultados | INEN 2594 | |
|---------------------------------------|------------|-----------|------|
| | | Min. | Max. |
| pH | 6,66 | 6,8 | 6,4 |
| Acidez % (expresada en ácido láctico) | 0,15 | -- | 0,16 |
| Grasa láctea % (m/m) | 1 | -- | 0,3 |
| Proteína láctea % (m/m) | 0,97 | 0,8 | -- |
| Sólidos totales | 7,66 | -- | -- |
| Ceniza % (m/m) | 0,45 | -- | 0,7 |

La norma INEN del suero de leche 2594, no contempla valores para el porcentaje de sólidos totales, sin embargo Bracho (2019), en su investigación menciona que el lactosuero dulce posee un 7,192% de sólidos totales, debido a que los sólidos totales son representados por el remanente de grasa, las proteínas solubles en suspensión coloidal, lactosa, vitaminas, sales y otros componentes orgánicos e inorgánicos en solución.

En consecuencia, los resultados obtenidos y con base a la caracterización físico-química del lactosuero dulce en estudio, se lo catalogaría como un suero de buena calidad, con potencial para una bebida láctea.

4.1.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA PULPA DE MANGO LIOFILIZADA

En el cuadro 4.2, se observa la determinación de las propiedades funcionales (polifenoles totales y capacidad antioxidante) de la pulpa de mango (*Mangifera indica* L. variedad ataulfo) liofilizada. El contenido de polifenoles totales de la pulpa liofilizada oscila entre 550,20 y 559,10g GAE/100g de pulpa liofilizada, resultado que se encuentra superior a lo sustentado por Cárdenas et al. (2016) , quien menciona que los compuestos fenólicos en pulpa de mango oscilan desde 9,0 hasta 208,0g GAE/100g de pulpa, esto debido que esta fruta posee mangiferina, catequinas, quercetina, kaempferol, ramnetina, antocianinas, ácidos elálgico y gálico, siendo el más predominante el gálico.

La variedad de mango Ataulfo muestra un aumento del contenido de polifenoles, debido a la intensidad de color naranja que presenta, lo que a su vez se asocia al incremento en el contenido de carotenos, destacando que durante su maduración para evitar el estrés oxidativo pueden activar mecanismos de defensa antioxidante como la síntesis de compuestos fenólicos (Sánchez L. , 2015).

Cuadro 4.2. Análisis de las propiedades funcionales de la pulpa de mango liofilizada

| Análisis | Resultados | | |
|-----------------------------------|------------|-----------|-----------|
| | R1 | R2 | R3 |
| Polifenoles totales (g GAE /100g) | 559,10±07 | 553,70±05 | 550,20±02 |
| Capacidad antioxidante TEAC(μM/g) | 14,52±01 | 14,00±03 | 14,76±01 |

g/GAE = Gramos de ácido gálico

TEAC= actividad antioxidante al Trolox (μmolTE/g peso muestra)

Por otra parte, la capacidad antioxidante de la pulpa liofilizada de mango, reportada en el cuadro 4.2 oscila entre 14,00 y 14,76 TEAC(μM/g), valores que se encuentra diferentes a los reportados por Sánchez (2015), quien en su investigación sobre las propiedades funcionales del mango durante el almacenamiento, obtuvo valores de capacidad antioxidante (ABTS) desde 66,13 hasta 454,23 (μM/g), debido a que el grado de madurez (grado 4 ubicado en una

firmeza entre 19,6N – 25,5N) del mango influye de manera favorable en la actividad antioxidante.

Cárdenas et al. (2016) afirma que muchos reportes han mostrado una cercana relación entre el contenido de fenoles y la actividad antioxidante del mango, sin embargo, no se puede considerar que esta última se deba solo a la presencia de compuestos fenólicos, puesto que en su composición química pueden existir otros metabolitos secundarios que debido a su estructura contribuyan a su eficacia antioxidante. En consecuencia, Corrales et al. (2014) mencionan que la mangiferina es una sustancia con reconocida actividad antioxidante, considerada como el principio activo de los extractos de mango.

4.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES Y FÍSICO-QUÍMICAS DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

4.2.1. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

Las dos variables funcionales polifenoles totales y capacidad antioxidante, cumplieron con el supuesto de normalidad, mediante la prueba de Shapiro Wilk (cuadro 4.3).

Cuadro 4.3. Prueba de normalidad para las variables funcionales

| Variables | Shapiro-Wilk | | |
|------------------------|--------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Polifenoles totales | 0,926 | 18 | 0,168 |
| Capacidad antioxidante | 0,959 | 18 | 0,581 |

Al realizar la prueba de Levene, de igual modo, ambas variables cumplieron con el supuesto de homogeneidad u homocedasticidad (cuadro 4.4), por ello se procedió a realizar pruebas paramétricas tanto para capacidad antioxidante y polifenoles totales.

Cuadro 4.4. Prueba de homogeneidad u homocedasticidad de Levene para las variables funcionales

| Variables | F | gl1 | gl2 | Sig. |
|------------------------|-------|-----|-----|-------|
| Polifenoles totales | 3,048 | 5 | 12 | 0,053 |
| Capacidad antioxidante | 0,882 | 5 | 12 | 0,522 |

• POLIFENOLES TOTALES

Según el cuadro 4.5, los resultados del ANOVA determinaron diferencias significativas ($p < 0,05$) para el factor A, factor B y combinación de ambos (tratamientos).

Cuadro 4.5. ANOVA para los factores lactosuero* pulpa liofilizada de mango de la variable polifenoles totales

| Fuente de variación | gl | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F | Sig. |
|--|----|-------------------|------------------|---------|-------|
| Total | 17 | 52,921 | | | |
| Factor A: Porcentaje de lactosuero | 1 | 10,035 | 10,035 | 99,831 | 0,000 |
| Factor B: Porcentaje de pulpa liofilizada de mango | 2 | 38,911 | 19,456 | 193,545 | 0,000 |
| Factor A*B: Porcentaje de lactosuero * Porcentaje de pulpa liofilizada de mango | 2 | 2,768 | 1,384 | 13,768 | 0,001 |
| Error | 12 | 1,206 | 0,101 | | |

El gráfico 4.1. muestra que el nivel de mayor incidencia, para el factor A (porcentaje de lactosuero), sobre el contenido de polifenoles totales, es el nivel a₁ (50% de lactosuero dulce), lo que guarda relación a lo mencionado por García y Serna (2015), quienes sustentan que la leche y sus derivados poseen un compuesto fenólico como lo es la vitamina E.

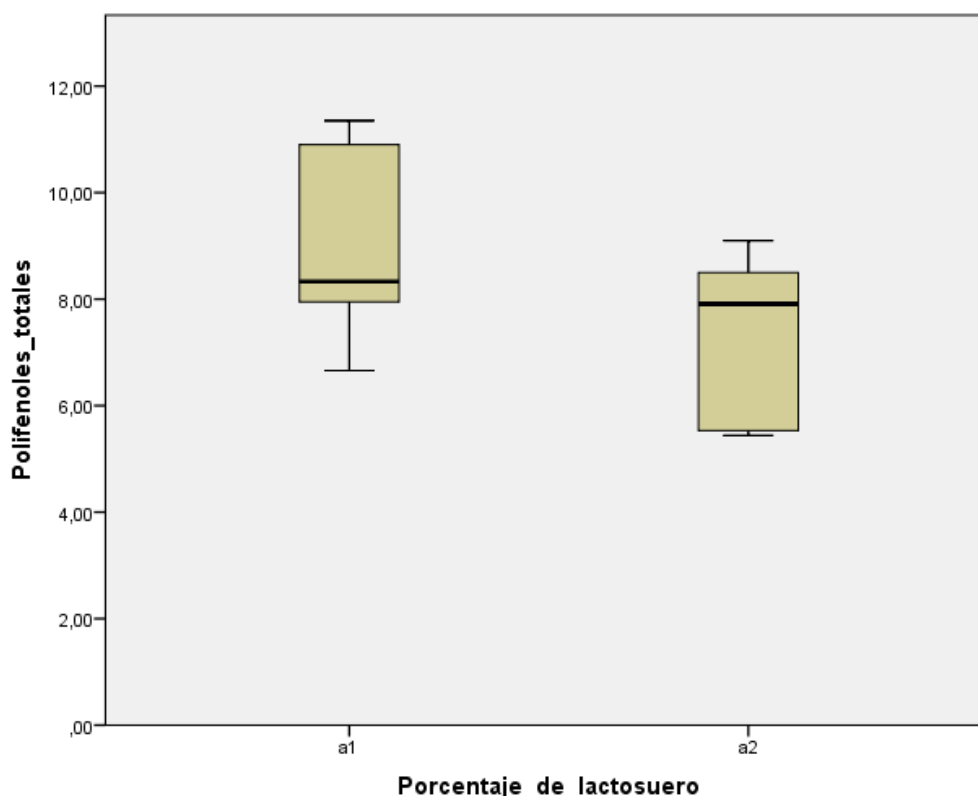


Gráfico 4.1. Diagrama de cajas y bigotes para los niveles del factor porcentaje de lactosuero de la variable polifenoles totales.

Para el factor B (porcentaje de pulpa liofilizada de mango), mediante la prueba de Tukey (cuadro 4.6), se evidenció que, el nivel b₃ (2% de pulpa liofilizada de mango) posee mayor incidencia para este factor, esto probablemente se debe a que los ácidos gálico e hidroxibenzoico, son los principales polifenoles liberados, al ser mezclados en bebidas, debido a la solubilidad en agua y grasa que poseen los mismos (Cárdenas, Arrazola, & Villalba, 2016). Además, Martínez y Tinoco (2018), sustentan que fuentes vegetales logran aportar contenido de polifenoles totales en productos lácteos.

Cuadro 4.6. HSD para el factor porcentaje de pulpa liofilizada de la variable polifenoles totales

| Porcentaje de pulpa liofilizada de mango | N | Subconjunto | | |
|--|---|-------------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| b1 | 6 | 6,3717 | | |
| b2 | 6 | 8,0833 | | |
| b3 | 6 | 9,9717 | | |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Tukey al 5% de probabilidad de error (cuadro 4.7) situó a T3 en mejor categoría estadística debido a que presentó el mayor contenido de polifenoles con un valor de 11,1167mg GAE/100 g, lo cual indicó que 50% lactosuero y 2% de pulpa liofilizada de mango, son las dosis más idóneas de los tratamientos estudiados para obtener un contenido de polifenoles favorables para la presente investigación.

Cuadro 4.7. HSD para tratamientos de la variable polifenoles totales

| Tratamientos | N | Subconjunto | | | | |
|--------------|---|-------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| T4 | 3 | 5,4900 | | | | |
| T1 | 3 | 7,2533 | | | | |
| T5 | 3 | 7,8700 | | | | |
| T2 | 3 | 8,2967 | | | | |
| T6 | 3 | 8,8267 | | | | |
| T3 | 3 | 11,1167 | | | | |
| Sig. | | 1,000 | 0,236 | 0,586 | 0,373 | 1,000 |

Según Santander (2013), en su investigación sobre el desarrollo de una bebida funcional a base de mezcla de leche y pulpa natural de tomate de árbol, encontró que la cantidad de polifenoles totales en la bebida varió desde 21,467mg GAE/100g hasta 33,150mg GAE/100g. Por otra parte, Zuleta et al. (2007),

quienes evaluaron la concentración de compuestos fenólicos totales en 17 muestras de bebidas comerciales en España con leche y jugos de frutas (naranja, piña, mango, fresa, banano, durazno, kiwi, lima, albaricoque, limón), encontraron que los valores variaron de 26,5mg GAE/100g para la bebida de mango y piña, hasta 99,8mg GAE/100 g para la bebida de durazno y albaricoque.

Los valores obtenidos para la bebida láctea con adición de pulpa de mango variaron de 5,49 hasta 11,11mg GAE/100 g, mismos que se encuentran por debajo a los reportados por los autores mencionados anteriormente, lo que probablemente se debe a las bajas dosis utilizadas de pulpa liofilizada. Sin embargo, Colina et al. (2012) hace referencia que en ciertos estudios se consideran como productos potenciales a aquellos que obtengan un contenido de polifenoles entre 6,52 y 10,54 (GAE/100g).

Según el gráfico 4.2 de las medias marginales de polifenoles, al evaluar la interacción de los dos factores en estudio (porcentaje de lactosuero y porcentaje de pulpa liofilizada de mango), se comprobó una interacción negativa, debido a que la dosis al 60% de lactosuero, disminuyó el contenido de polifenoles, en los tres niveles establecidos para la pulpa liofilizada de mango.

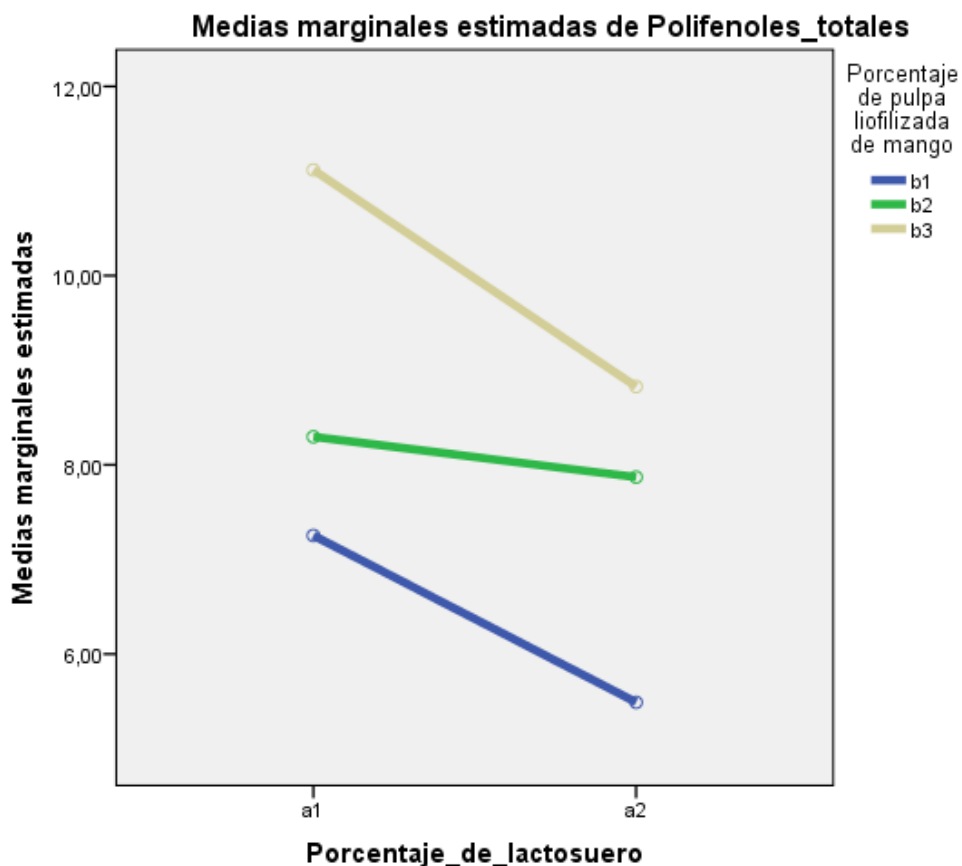


Gráfico 4.2. Interacción de los factores A*B para la variable polifenoles totales

Como se ha demostrado en otras investigaciones tales como la de Sánchez et al. (2013), la interacción negativa de los factores en estudio, se debe a que las bebidas lácteas con adición de fuentes vegetales ricas en polifenoles, reportan disminuciones en el contenido de estos compuestos, por las interacciones in vitro entre los fenoles y las proteínas de la leche; estas interacciones corresponden al consumo de compuestos fenólicos para formar sustancias antioxidantes.

- **CAPACIDAD ANTIOXIDANTE**

Para la variable en estudio de capacidad antioxidante, según ANOVA (cuadro 4.8), reflejó significancia estadística para los dos factores en estudio, es decir que, tanto el porcentaje de lactosuero dulce y el porcentaje de pulpa liofilizada de mango, influyen en la capacidad antioxidante de la bebida láctea fermentada.

Según Hernández y Amigo (2019), la leche y los productos lácteos fermentados se han propuesto como fuente ideal de antioxidantes naturales, si bien es cierto que el poder antioxidante de los alimentos de origen vegetal ha sido exhaustivamente estudiado, de manera similar también se ha estudiado la

actividad antioxidante del suero y de algunas de sus proteínas constituyentes, en este sentido se corrobora en la presente investigación el comportamiento favorable de las variables en estudio sobre la capacidad antioxidante de las bebidas lácteas

Cuadro 4.8. ANOVA para los factores lactosuero*pulpa liofilizada de mango de la variable capacidad antioxidante

| Fuente de variación | gl | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F | Sig. |
|--|----|-------------------|------------------|---------|-------|
| Total | 17 | 338,780 | | | |
| Factor A: Porcentaje de lactosuero | 1 | 24,221 | 24,221 | 36,695 | 0,000 |
| Factor B: Porcentaje de pulpa liofilizada de mango | 2 | 301,592 | 150,796 | 228,457 | 0,000 |
| Factor A*B: Porcentaje de lactosuero * Porcentaje de pulpa liofilizada de mango | 2 | 5,047 | 2,524 | 3,823 | 0,052 |
| Error | 12 | 7,921 | 0,660 | | |

Para comprobar la dosis de lactosuero que más influyó sobre la capacidad antioxidante de la bebida láctea, se realizó un gráfico de cajas y bigotes (gráfico 4.3), donde se comprobó que en la distribución de los datos existe una diferencia significativa, colocando como mejor nivel al a_1 , correspondiente 50% de lactosuero dulce. El porcentaje de 50% de lactosuero en la bebida, aportó mayor capacidad antioxidante, esto debido a que los compuestos con propiedades antioxidantes presentes en el lactosuero poseen o exhiben una actividad propia, independientemente de la concentración o dosis que se utilice este líquido proveniente de la industria láctea (Navarro , y otros, 2015).

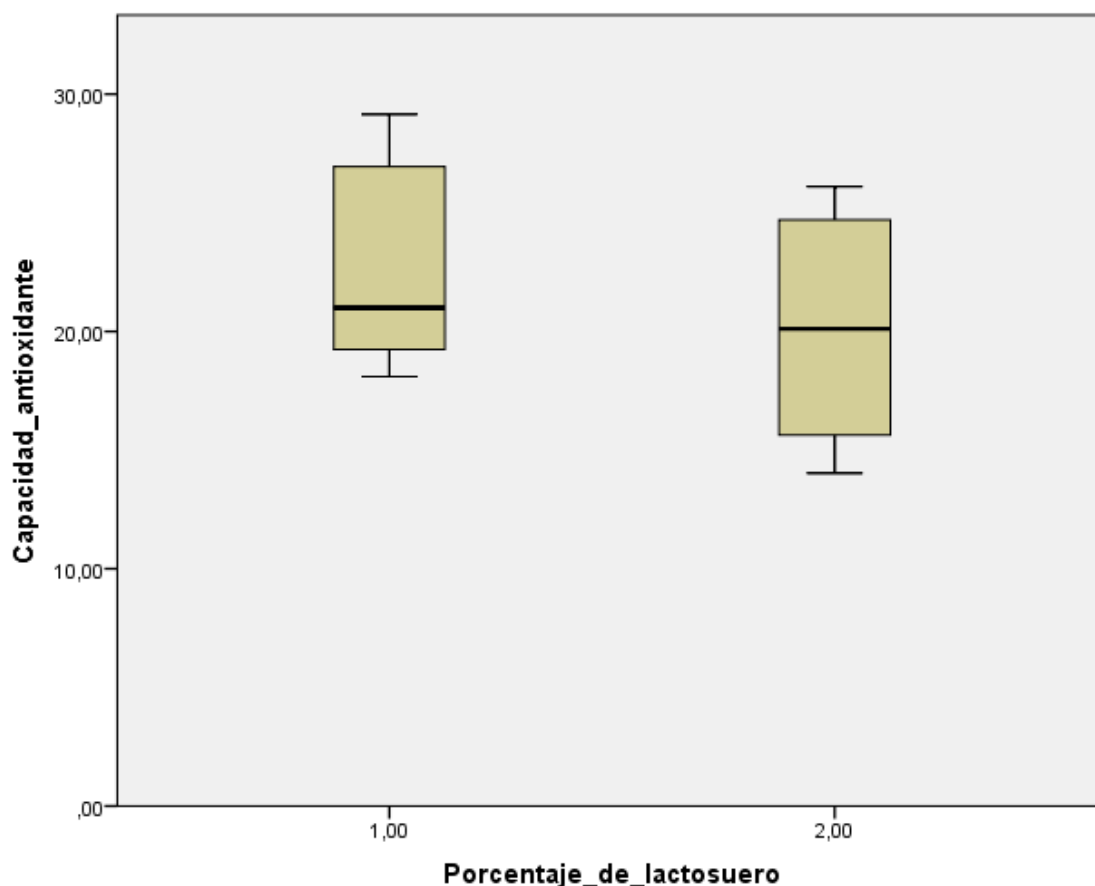


Gráfico 4.3. Gráfico de cajas y bigotes para los niveles del factor porcentaje de lactosuero dulce de la variable capacidad antioxidante.

La prueba de Tukey (HSD) para el factor B (cuadro 4.9), permitió observar el nivel de porcentaje de pulpa liofilizada de mango que aportaba mayor valor de capacidad antioxidante, y al separarlos en subconjuntos, se colocó como mejor al nivel b₃, correspondiente al 2%.

Cuadro 4.9. HDS para el factor porcentaje de pulpa liofilizada de la variable capacidad antioxidante

| Porcentaje de pulpa liofilizada de mango | N | Subconjunto | | |
|--|---|-------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| b1 | 6 | 16,7217 | | |
| b2 | 6 | | 20,9250 | |
| b3 | 6 | | | 26,7067 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Algunas veces la capacidad antioxidante actúa de manera sinérgica con los polifenoles, sin embargo, un aumento del potencial antioxidante está relacionado a la fuerte tendencia de los fenoles a someterse a reacciones de polimerización, lo que da como resultado compuestos con actividad antioxidante (Hernández & Amigo, 2019).

La HSD al 5% de probabilidad de error (cuadro 4.10) ubicó a los tratamientos T6 y T3 en mejor categoría estadística debido a que presentaron mayor capacidad antioxidante, mostrando valores de 25,6033 TEAC (T6) y 27,8100 TEAC (T3); estos resultados encontrados exponen que 50% lactosuero dulce y 2% de pulpa liofilizada de mango, son las dosis más eficaces de los tratamientos estudiados para obtener una capacidad antioxidante conveniente para la presente investigación.

Cuadro 4.10. HDS para tratamientos de la variable capacidad antioxidante

| Tratamientos | N | Subconjunto | | | |
|--------------|---|-------------|---------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| T4 | 3 | 14,8867 | | | |
| T1 | 3 | | 18,5567 | | |
| T5 | 3 | | 20,3833 | 20,3833 | |
| T2 | 3 | | | 21,4667 | |
| T6 | 3 | | | | 25,6033 |
| T3 | 3 | | | | 27,8100 |
| Sig. | | 1,000 | 0,134 | 0,594 | 0,053 |

El resultado de los análisis funcionales (polifenoles totales y capacidad antioxidante), colocó como mejor tratamiento a T3 (50% de lactosuero y 2% de pulpa liofilizada de mango), mismo que presentó los valores más altos de polifenoles totales y capacidad antioxidante en el contexto de la presente investigación. Sin embargo, de acuerdo con lo citado por Colina et al. (2012), sólo podría ser considerada una bebida con potencial funcional y no catalogada con la denominación de bebida láctea fermentada funcional.

En este sentido, los compuestos bioactivos (capacidad antioxidante y polifenoles) de la formulación 50% de lactosuero y 2% de pulpa liofilizada de mango no son similares y se encuentran por debajo de los reportados en un estudio con alimentos ricos en antioxidantes y polifenoles consumidos en los Estados Unidos: $143,7 \pm 4,18$ mg EAG/100 ml y 72,4 TEAC respectivamente (Floegel, Ok Kim, Chung, Koo, & Chun, 2011).

4.2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

De las variables físico-químicas analizadas (viscosidad y acidez), ambas cumplieron con el supuesto de normalidad (ver cuadro 4.11) y homogeneidad de

la varianza (ver cuadro 4.12), por lo que se procedió a analizar los datos mediante pruebas paramétricas.

Cuadro 4.11. Prueba de normalidad para las variables físico-químicas

| Variables | Shapiro-Wilk | | |
|------------|--------------|----|--------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Viscosidad | 0,942 | 18 | 0,2310 |
| Acidez | 0,883 | 18 | 0,1808 |

Cuadro 4.12. Prueba de homogeneidad u homocedasticidad de Levene para las variables físico-químicas

| Variables | F | gl1 | gl2 | Sig. |
|------------|-------|-----|-----|-------|
| Viscosidad | 1,862 | 5 | 12 | 0,175 |
| Acidez | 2,238 | 5 | 12 | 0,117 |

• VISCOSIDAD

Los resultados obtenidos en el ANOVA para la variable viscosidad (cuadro 4.13) prueban que existió significancia estadística ($p < 0,05$) para cada uno de los factores y para la interacción de ambos.

Cuadro 4.13. Anova para los factores lactosuero*pulpa liofilizada de mango de la variable viscosidad

| Fuente de Variación | gl | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F | Sig. |
|--|----|-------------------|------------------|---------|-------|
| Total | 17 | 46420,278 | | | |
| Factor A: Porcentaje de lactosuero | 1 | 25764,500 | 25764,500 | 115,220 | 0,000 |
| Factor B: Porcentaje de pulpa liofilizada de mango | 2 | 16075,111 | 8037,556 | 35,944 | 0,000 |
| Factor A*B: Porcentaje de lactosuero * Porcentaje de pulpa liofilizada de mango | 2 | 1897,333 | 948,667 | 4,242 | 0,040 |
| Error | 12 | 2683,333 | 223,611 | | |

Para determinar el mejor nivel para el factor A (porcentaje de lactosuero), se realizó el gráfico de cajas y bigotes lo que permitió determinar que sí existe una diferencia significativa entre el nivel del 50% y 60% de lactosuero dulce utilizado para la bebida láctea.

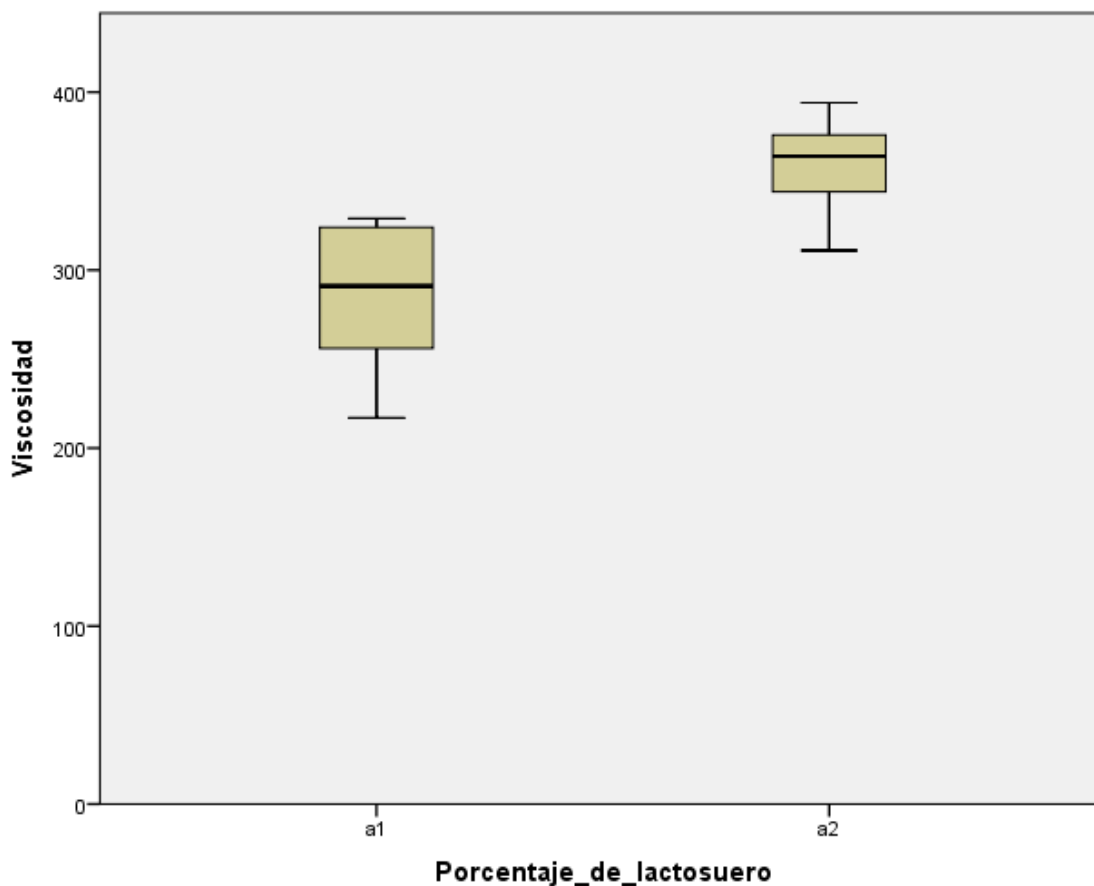


Gráfico 4.4. Gráfico de cajas y bigotes para los niveles del factor A de la variable viscosidad

Rodríguez et al. (2019) en su investigación sobre bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila y pulpa de mora, evidenciaron valores de viscosidad entre 201mPa.s y 315mPa.s; estos valores se asemejan a los reportados en el gráfico 4.4 (284,56mPa.s y 360,22mPa.s), pero difieren en que la sábila posee el efecto de aumentar la viscosidad.

En bebidas lácteas fermentadas se busca obtener valores de viscosidades dinámicas (mPa.s) altas, sin embargo, no se presenta un valor de viscosidad establecido, debido a que las bebidas lácteas son consideradas de fluido no newtoniano, es decir que su viscosidad varía en función de temperatura y fuerza (García & Pacheco, 2010), por ello se ostenta como mejor nivel de lactosuero, al a2 (60% de lactosuero dulce) para la variable viscosidad.

En el cuadro 4.14, se muestra la prueba de Tukey (HSD) para el factor B, mediante la misma, se logró determinar que el nivel que más influyó en la viscosidad de la bebida láctea fue el nivel b3, correspondiente al 2% de pulpa de mango liofilizada, esto posiblemente se debe a que en el liofilizado, los gránulos

se hinchan rápido y uniformemente, exhibiendo una alta viscosidad (Pacheco & García, 2018).

Cuadro 4.14. HSD para el factor porcentaje de pulpa liofilizada de la variable viscosidad

| Porcentaje de pulpa liofilizada de mango | N | Subconjunto | |
|--|---|-------------|--------|
| | | 1 | 2 |
| b1 | 6 | 280,83 | |
| b2 | 6 | | 336,50 |
| b3 | 6 | | 349,83 |
| Sig. | | 1,000 | 0,306 |

De acuerdo a los datos analizados por la prueba de Tukey (cuadro 4.15), los tratamientos T6 y T5 presentaron una mejor categoría estadística, debido a que evidenciaron mayor viscosidad, mostrando valores de 373,67 y 378m.Pa.s respectivamente.

Cuadro 4.15. HDS para tratamientos de la variable viscosidad

| Tratamientos | N | Subconjunto | | |
|--------------|---|-------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| T1 | 3 | 232,67 | | |
| T2 | 3 | | 295,00 | |
| T3 | 3 | | 326,00 | |
| T4 | 3 | | 329,00 | |
| T6 | 3 | | | 373,67 |
| T5 | 3 | | | 378,00 |
| Sig. | | 1,000 | 0,128 | 0,999 |

Al evaluar la interacción de los dos factores en estudio (porcentaje de lactosuero y porcentaje de pulpa liofilizada de mango), sobre la viscosidad final en la bebida (gráfico 4.5), se observó que el nivel a₂ de lactosuero dulce (60%) aumentó la viscosidad, en los tres niveles establecidos para la pulpa liofilizada de mango. Según Morales (2016), por lo general, en bebidas lácteas una mayor viscosidad es brindada por un menor porcentaje de lactosuero (40%-50%); sin embargo, el mismo autor aclara que muchas veces la viscosidad en este tipo de productos, se ve influenciada por los sólidos, estableciendo que a medida que aumenta la cantidad de sólidos en la bebida, estos se estabilizan y tienden a aumentar la viscosidad.

De igual forma Corona et al. (2018) menciona que a niveles bajos de frutas (1%-2%) con pH similares a 4.8, se aumenta la viscosidad. El pH del mango está entre 3,9 y 4,8, por ello en la presente investigación los tratamientos con mayor viscosidad fueron T6 (60% lactosuero dulce y 2% pulpa liofilizada de mango) y T5 (60% lactosuero dulce y 1,75% pulpa liofilizada de mango), tal y como se muestra en la prueba de Tukey para tratamientos.

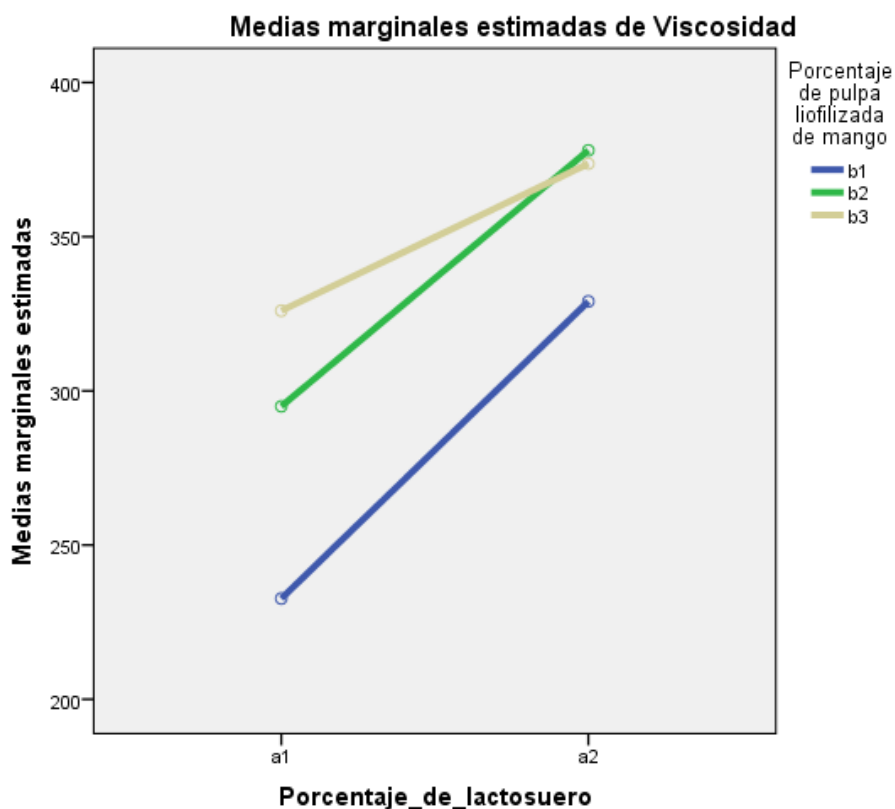


Gráfico 4.5. Interacción de los factores A*B para la variable polifenoles totales

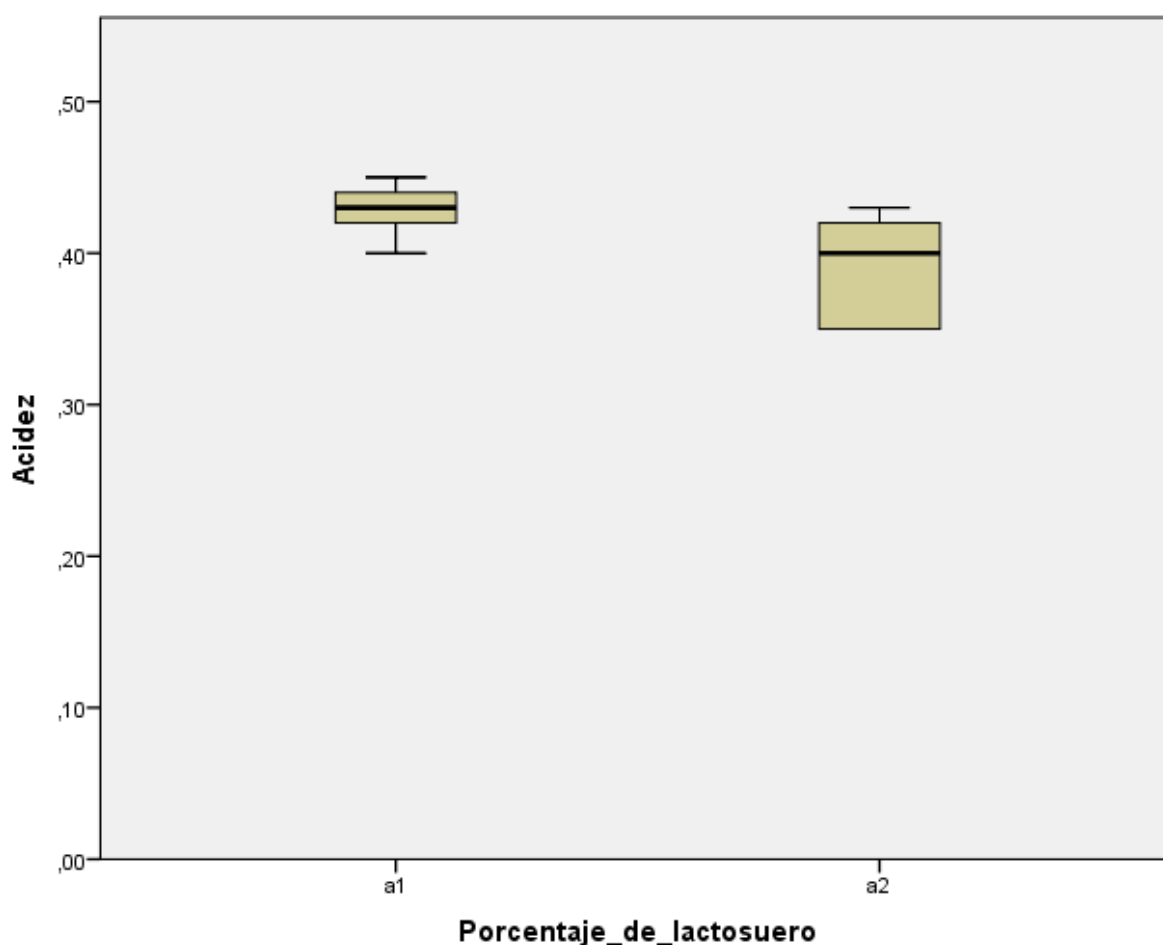
- **ACIDEZ**

El cuadro 4.16 correspondiente al análisis del ANOVA para la variable acidez, mostró significancia estadística ($p < 0,05$) sólo para el factor A (porcentaje de lactosuero dulce).

Cuadro 4.16. Anova para los factores lactosuero*pulpa liofilizada de mango de la variable acidez

| Fuente de Variación | gl | Suma de cuadrados | Media cuadrática | F | Sig. |
|--|----|-------------------|------------------|-------|-------|
| Total | 17 | 0,019 | | | |
| Factor A: Porcentaje de lactosuero | 1 | 0,008 | 0,008 | 9,507 | 0,009 |
| Factor B: Porcentaje de pulpa liofilizada de mango | 2 | 0,001 | 0,001 | 0,813 | 0,467 |
| Factor A*B: Porcentaje de lactosuero * Porcentaje de pulpa liofilizada de mango | 2 | 0,001 | 0,000 | 0,465 | 0,639 |
| Error | 12 | 0,010 | 0,001 | | |

El gráfico 4.6, mostró la mayor frecuencia de datos para el nivel a₁ de porcentaje de lactosuero dulce, con una media de acidez de 0,45%.

**Gráfico 4.6.** Gráfico de cajas y bigotes para los niveles del factor porcentaje de lactosuero de la variable acidez

En la investigación de Gavilanes et al. (2018) sobre evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote, la acidez de las bebidas no evidenció diferencias significativas para ninguno de los factores, sin embargo, sustentan que, la Norma NTE INEN 2395 2011, establece para este tipo de productos un rango de acidez entre 0,6 y 1,5%. Los valores obtenidos en la presente investigación (0,40% y 0,45%), están por debajo del rango

establecido anteriormente, reflejando el nivel a_1 (50% de lactosuero dulce) como el mejor con una media más alta (0,45% de acidez).

Según Martínez y Tinoco (2018), la variación de la acidez en bebidas lácteas, está asociada a la acción de las bacterias ácido lácticas (BAL) y mas no a la adición de liofilizados. En base a ello se infiere que los niveles aplicados de pulpa liofilizada de mango fueron bajos, por lo que la acidez aportada a la bebida resulta despreciable, siendo estadísticamente igual ($p > 0,05$) para cada uno de los tratamientos.

4.3. ANÁLISIS SENSORIAL

Los datos obtenidos de las fichas realizadas en el análisis sensorial, para los diferentes tratamientos de bebida láctea con adición de pulpa liofilizada de mango, fueron analizados mediante la prueba de Friedman y la prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes.

La prueba de Friedman arrojó como resultado rechazar la hipótesis nula para todos los atributos evaluados (figura 4.1), con una significancia de 0,03. Al analizar de manera independiente las variables (atributos sensoriales), se obtuvo como resultado que para el parámetro de color se aceptaba la hipótesis nula (Sig.= 0,90), mientras que para olor, sabor, consistencia y aceptabilidad se rechazaba la hipótesis nula con un valor de significancia correspondiente a 0,00 (figura 4.2).

Según Surco et al. (2017) las pulpas liofilizadas en polvo, no tienden a afectar en gran magnitud el color del alimento al que son agregadas, sobre todo si se incluyen en dosis bajas, debido a que, la liofilización causa pérdida de color. En el caso del mango, el color final del liofilizado es amarillo, es por ello que el color de la bebida láctea con adición de pulpa de mango liofilizado, si le brindó un color amarillo suave a la bebida, pero no causó diferencias entre tratamientos.

Resumen de prueba de hipótesis

| | Hipótesis nula | Test | Sig. | Decisión |
|---|--|--|------|-----------------------------|
| 1 | Las distribuciones de Color, Olor, Sabor, Consistencia and Aceptabilidad son las mismas. | Análisis de dos vías de Friedman de varianza por rangos de muestras relacionadas | ,003 | Rechazar la hipótesis nula. |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Figura 4.1. Análisis Friedman para las características sensoriales de los tratamientos

Resumen de prueba de hipótesis

| | Hipótesis nula | Test | Sig. | Decisión |
|---|--|--|------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de Color es la misma entre las categorías de Tratamientos. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,090 | Retener la hipótesis nula. |
| 2 | La distribución de Olor es la misma entre las categorías de Tratamientos. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,000 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 3 | La distribución de Sabor es la misma entre las categorías de Tratamientos. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,000 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 4 | La distribución de Consistencia es la misma entre las categorías de Tratamientos. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,010 | Rechazar la hipótesis nula. |
| 5 | La distribución de Aceptabilidad es la misma entre las categorías de Tratamientos. | Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes | ,000 | Rechazar la hipótesis nula. |

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Figura 4.2. Análisis de Kruskal Wallis de muestras independientes para las características sensoriales de los tratamientos

4.3.1. OLOR

En el gráfico 4.7, se aprecia que el atributo sensorial olor, alcanzó los mayores valores (Q3) en el tratamiento T4 (60% lactosuero dulce y 1,5% pulpa liofilizada de mango), además se observa que los valores máximos se presentaron entre cuatro (me gusta moderadamente) y cinco (me gusta mucho).

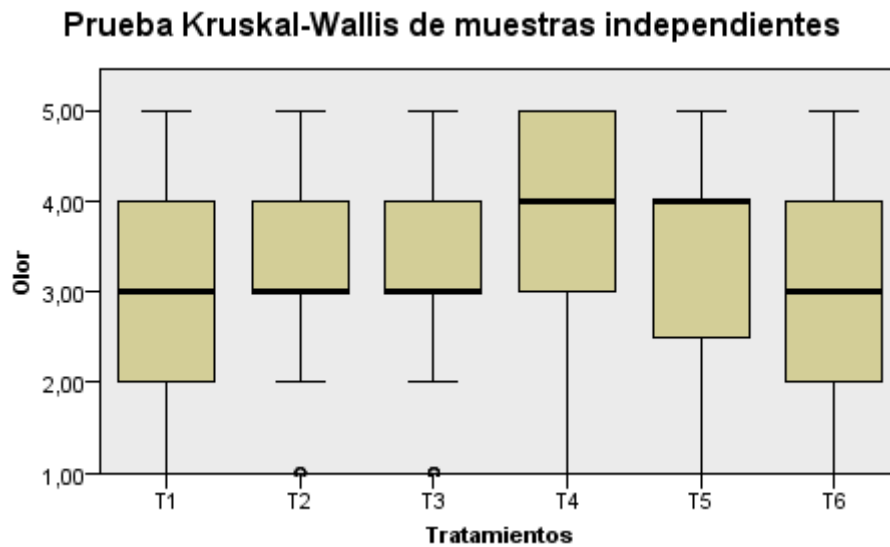


Gráfico 4.7. Gráfico de caja y bigote de la respuesta sensorial para olor

4.3.2. SABOR

Para el atributo sabor (gráfico 4.8), se observa también como mejor tratamiento a T4 (60% lactosuero dulce y 1,5% pulpa liofilizada de mango), debido a que el desplazamiento de la gráfica de la caja es hacia el cuartil tres, reportando la media o Q_2 en un valor de cuatro (me gusta moderadamente) y extendiéndose hacia un valor de cinco (me gusta mucho).

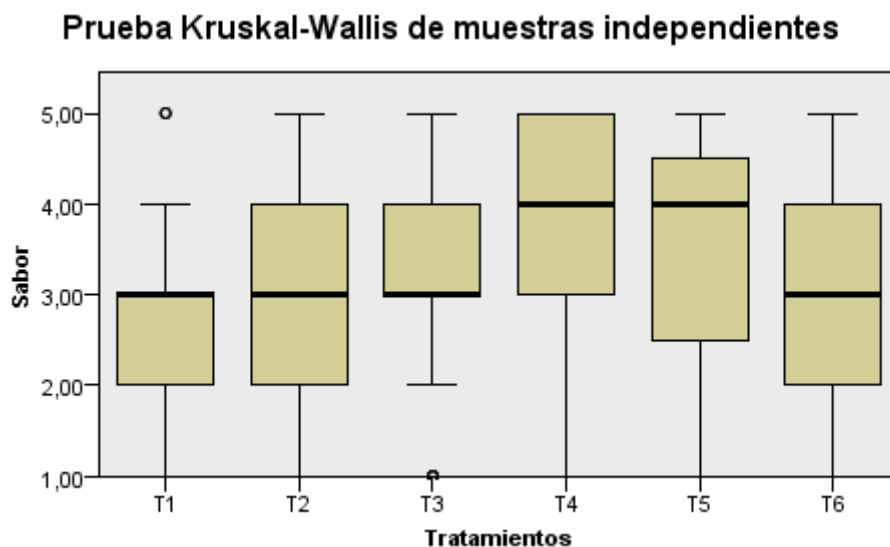


Gráfico 4.8. Gráfico de caja y bigote de la respuesta sensorial para sabor

4.3.3. CONSISTENCIA

En el 4.9, correspondiente a la variable sensorial de consistencia, se observa de igual manera que en los atributos anteriores, una mayor distribución hacia arriba (Q3) para el tratamiento T4 (60% lactosuero dulce y 1,5% pulpa liofilizada de mango), ubicándose la caja a partir de la media, entre valores de cuatro y cinco es decir me gusta moderadamente y me gusta mucho respectivamente.

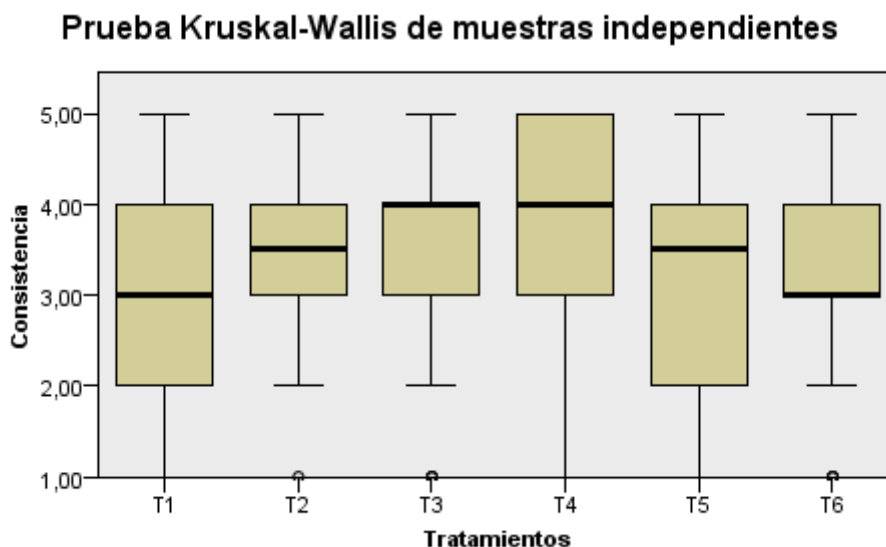


Gráfico 4.9. Gráfico de caja y bigote de la respuesta sensorial para consistencia

4.3.4. ACEPTABILIDAD

Al evaluar la aceptabilidad general (gráfico 4.10), se obtuvo mayores valores para los tratamientos T4 (60% lactosuero y 1,5% pulpa liofilizada de mango) y T5 (60% lactosuero y 1,75% pulpa liofilizada de mango), esto debido en que en ambos los datos se encontraban distribuidos hacia arriba, en valores entre cuatro (me gusta moderadamente) y cinco (me gusta mucho).

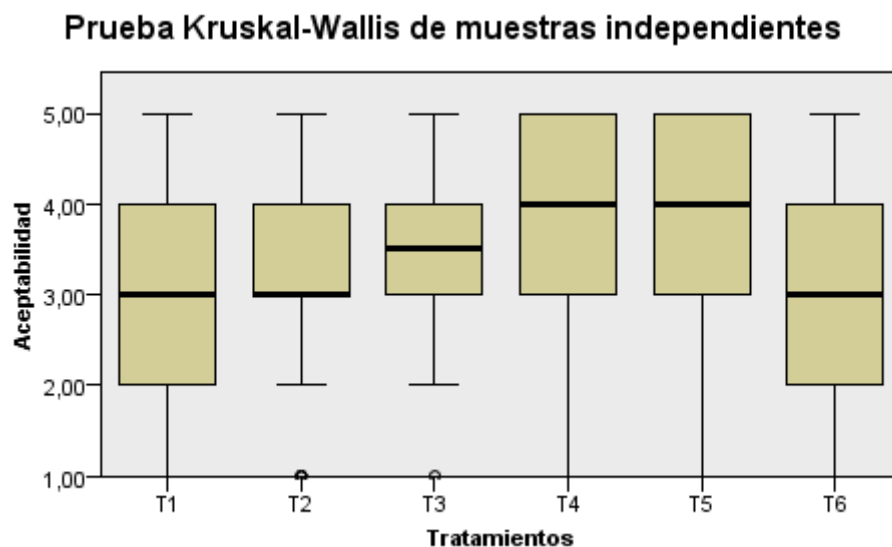


Gráfico 4 10.Gráfico de caja y bigote de la respuesta sensorial para aceptabilidad

Para el análisis sensorial, los tratamientos T4 y T5, lograron obtener los niveles deseados de aceptación, logrando un producto final de consistencia fluida, debido a la utilización de leche semidescremada y lactosuero dulce, además de obtener un olor y sabor agradable, percibido por la utilización de la pulpa de mango liofilizada. Según Martínez y Tinoco (2018) las bebidas lácteas, tienen una masa semilíquida debido a la coagulación de la leche (descremada, semidescremada o entera) y el lactosuero, por bacterias de cultivo iniciador, además de un sabor y aroma, típico y agradable (ácido láctico) para nuestros sentidos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La caracterización físico-química del lactosuero dulce, mostró un suero de buena calidad, con potencial para utilizarse en una bebida láctea, debido a que cumplió con todos los parámetros analizados.
- La composición funcional de la pulpa liofilizada de mango, puso en evidencia el alto contenido de compuestos fenólicos y de capacidad antioxidante que poseía, por lo que se consideró factible el uso en una bebida láctea.
- El tratamiento T3 (50% de lactosuero dulce y 2% de pulpa liofilizada de mango), proporciona potencial funcional en la bebida láctea, presentando adicionalmente favorables características físico-químicas.
- El análisis sensorial realizado por el panel de catadores no entrenados, logró determinar como mejor tratamiento a T4 (60% de lactosuero dulce y 1,5% pulpa liofilizada de mango), el cual reflejó la mejor puntuación para los atributos de olor, sabor, consistencia y aceptabilidad, a excepción del atributo color, que no causó diferencia estadística entre tratamientos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para obtener un producto con potencial funcional y buenas características físico-químicas se recomienda utilizar 50% de lactosuero dulce y 2% de pulpa liofilizada de mango.
- En futuras investigaciones evaluar la adición de cultivos probióticos en la bebida láctea, con el fin de obtener un producto con mayor digestibilidad.
- Se sugiere establecer el estudio de la estabilidad de los polifenoles totales en la bebida láctea durante un tiempo de 30 días, debido a las reacciones in vitro que poseen los compuestos fenólicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abadía, D., & Pérez, A. (2017). *Bebida de lactosuero sensorialmente aceptable por niños en edad preescolar*. Chiapas. Retrieved Febreo 02, 2018, from <https://repositorio.unicach.mx/bitstream/20.500.12114/1289/1/NUT%20637.14%20A22%202017.pdf>
- Amezquita, A., Camargo, A., & Guerrero, D. (2018). *Diseño de un subproducto a base de lactosuero en la Fábrica de lácteos Belén*. Bogotá. Retrieved Enero28 2019, from <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/36471/AmezquitaCoronadoAnaMaria2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bracho, H. (2019). Alternativa económica para el adulto mayor en el medio rural. *Identidad Bolivariana*, III(1), 1-12.
- Caballero, B., Márquez, C., & Betancur, M. (2017). Efecto de la liofilización sobre las características físico-químicas del ají rocoto (*Capsicum pubescens* R & P) con o sin semilla. *Bioagro*, XXIX(3), 225-234 .
- Cárdenas, G., Arrazola, G., & Villalba, M. (2016). Frutas tropicales:fuentes de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos. *Ingenium*, I(33), 29-40.
- Colina, J., Guerra, M., Guilarte, D., & Alvarado, C. (2012). Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de bebidas elaboradas con panela. *ALAN*, LXII(3), 152-178.
- Corona, M., Sosa, M., Cerón, A., Gómez, A., & Rodríguez, G. (2018). Formulación de una bebida a base de suero lácteo fermentada con probióticos. *III*. Retrieved Enero 27, 2019, from <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/8/73.pdf>
- Corrales, A., Maldonado, M., Urango, L., Franco, M., & Rojano, B. (2014). Mango de azúcar (*Mangifera indica*), variedad de Colombia: características antioxidantes, nutricionales y sensoriales. *Rev Chil Nutr*, XLI(3), 312-318.
- Corrales, A., Urango, L., Rojano, B., & Maldonado, M. (2014). Efectos in vitro e in vivo de la pulpa de mango (*Mangifera indica* cv. Azúcar) en la carcinogénesis de colon. *ALAN(Archivos Latinoamericanos de nutrición)*, LXIV(1), 22-37.
- De la Vega, J., Cañarejo, M., & Cabascango, O. (2019). Deshidratado de *Physalis peruviana* L. en dos Estados de Madurez y su Efecto sobre el Contenido de Polifenoles Totales, Capacidad Antioxidante, Carotenos, Color y Ácido Ascórbico. *Información tecnológica*, XXX(5), 91-100.

- Fernández, V., Hernández, J., & Sulbarán, B. (2016). Caracterización físico-química y actividad antioxidante de frutos de mango (*Mangifera indica*) cv. Tommy Atkins. *Rev. Fac. Agron.*, XXX(1), 216-321.
- Floegel, A., Ok Kim, D., Chung, S., Koo, S., & Chun, O. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, XXIV(7), 1043-1048.
- García, E., & Serna, L. (2015). Viabilidad de una bacteria láctica encapsulada e incorporada en una matriz de cobertura de chocolate. *Revista colombiana de biotecnología*, XVII(1), 40-45.
- García, A., & Pacheco, E. (2010). Evaluación de una bebida láctea instantánea a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) con la adición de ácido fólico. *Rev Chil Nutr*, XXXVII(4), 480-492.
- García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2015). *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin Ciocalteu*. Retrieved Enero 15, 2020, from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Mart%c3%adnez%20et%20al.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, R., López, A., Saucedo, C., Salazar, S., & Suárez, J. (2015). Maduración y calidad de frutos de mango 'Kent' con tres niveles de fertilización. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, VI(4).
- Garrido, G., & Valdés, M. (2012). Avances en las investigaciones farmacológicas y toxicológicas con el extracto acuso de la corteza del árbol de mango (*Mangifera indica* L.). *Revista farmacología Chile*, V(2), 63-92.
- Gavilanes, P., Zambrano, Á., Romero, C., & Moro, A. (2018). Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote. *Revista de las Agrociencias*, I(19), 47-60.
- González, C. (2018). *Aplicación de Lactobacillus spp. como cultivos iniciadores de la fermentación de aceitunas verdes*. España. Retrieved Abril 26, 2019, from http://tauja.ujaen.es/jspui/bitstream/10953.1/8657/1/TFG_Gonzalez_Crespo_Claudia.pdf
- González, M., Juliano, P., López, T., Rosenthal, A., Burbano, I., Zoccal, R., . . . Jorcin, S. (2017). *Escenario y posibilidades del lactosuero*. San Martín. Retrieved Enero 27, 2019, from <https://www.inti.gob.ar/lacteos/pdf/lactosuero.pdf>
- Google. (s.f.). Mapa Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Retrieved from <https://www.google.com/maps/place/Universidad+Laica+Eloy+Alfaro+de+Manab%C3%AD/@-0.9545103,-80.7487158,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x902be16a5ec848cd:0xa60ef7d90e068e64!8m2!3d-0.9545103!4d-80.7465271>

- Google. (s.f.). Ubicación de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Retrieved from <https://www.google.com/maps/place/Escuela+Superior+Polit%C3%A9cnica+Agropecuaria+de+Manab%C3%AD/@-0.8265264,-80.1884063,16.75z/data=!4m5!3m4!1s0x902ba158206f78e9:0x39852a97adad4637!8m2!3d-0.8264577!4d-80.1862623>
- Guzmán, L. (2012). *Microencapsulación del jugo de mango (Mangifera Indica L.) para la obtención de un concentrado con la utilización de maltodextrina como material pared*. Cartagena. Retrieved Diciembre 5, 2018, from <http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/bitstream/11227/1398/1/INFORME%20OFICIAL%20pdf.pdf>
- Hernández , A., & Romagosa, S. (2015). Desarrollo de una leche fermentada probiótica con jugo de Aloe vera. *Tecnología Química*, XXXV(1), 81-97.
- Hernández , E., & Verdalet, I. (2003). Revisión: alimentos e ingredientes funcionales derivados de la leche. *ALAN*, LIII(4), 333-347.
- Hernández, B., & Amigo, L. (2019). La leche como fuente de antioxidantes naturales. *Alimentación, Nutrición y Salud*, XI(3), 61-65.
- Linares, G., Díaz, L., Haro, R., Puelles, J., Arana, L., Retto, P., . . . Rice, C. (2014, Octubre 24). Efecto de las diferentes proporciones de pulpa de frutas cítricas en la aceptabilidad sensorial de una bebida fermentada y proteica elaborada a partir de lactosuero residual. *Agroindustrial Science*, IV(2), 65 - 73.
- Martínez, M., & Tinoco, A. (2018). *Desarrollo de una bebida láctea fermentada con poder antioxidante elaborado con polvo orgánico liofilizado de maqui (Aristotelia chilensis)*. Guayaquil. Retrieved Enero 13, 2018, from <http://repositorio.ug.edu.ec>
- Mazorra, M., & Moreno, J. (2019). Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal. *CienciaUAT*, XIV(1), 133-144.
- Medina, V., Orozco, C., & Zúñiga, G. (2018). Asociación del consumo de leche fermentada y la hipertensión arterial: una revisión sistemática. *Población y Salud en Mesoamérica*, XVI(1), 1-19.
- Mieles, M., Yépez, L., & Ramírez, L. (2018, Junio 20). laboración de una bebida utilizando subproductos de la industria láctea. *Enfoque UTE*, IX(2), 59-69.
- Molero, M., Flores, C., Leal, M., & Briñez, W. (2017). Evaluación sensorial de bebidas probióticas fermentadas a base de lactosuero. *Sistema de Información Científica*, XXVII(1).
- Montesdeoca, R., Benítez, I., Guevara, R., & Guevara, G. (2017). Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero. *XLIV(1)*, 39 - 44.

- Morais, A., Tiburski, J., Teixeira, N., Ferreira, E., & Rosenthal, A. (2016). Physicochemical parameters, bioactive components and antioxidant capacity of whey-grape juice beverage. *Food Technology*, 1(1), 1-5.
- Morales, P. (2016). *Elaboración de una bebida fortificada sabor a mango a base de suero de leche como propuesta para niños en edad escolar*. Honduras. Retrieved Enero 28, 2020, from <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5774/1/AGI-2016-T029.pdf>
- Mosquera, E., Ayala, A., & Serna, L. (2019). Ultrasonido y Deshidratación Osmótica como Pretratamientos a la Liofilización de Melón (*Cucumis melo* L.). *Información Tecnológica*, XXX(3), 179-188.
- Muñoz, J., Cabrera, C., Burgos, M., & Burgos, S. (2019). Bebida láctea fermentada de guanábana (*Annona muricata* L.) utilizando actosiero y su incidencia en las propiedades sensoriales y bromatológicas. *Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, V(9), 696-714.
- Navarro, M., Arroyo, O., Pacheco, F., Pita, M., Santoyo, F., & Ortiz, G. (2015). Indicadores de estrés oxidativo en suero y comportamiento alimentario en adultos de una zona rural de Jalisco, México. *Nutrición Hospitalaria*, XXXI(1), 341-350.
- Nossa, D., Talero, Y., & Roza, W. (2016). Determinación del contenido de polifenoles y actividad antioxidante de los extractos polares de comfrey (*Symphytum officinale* L.). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, XXI(2), 125-132.
- NTE INEN 2594. (2011). *Suero de leche líquido. Requisitos*. Quito. Retrieved Noviembre 09, 2019
- NTE INEN 2594. (2011). *Suero de Leche Líquido. Requisitos*. Retrieved Enero 27, 2019, from <https://archive.org/details/ec.nte.2594.2011/page/n1>
- NTE INEN. (2011). *Bebidas lácteas. Requisitos*. Quito. Retrieved Junio 29, 2020, from https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2564.pdf
- Pacheco, E., & García, N. (2018). ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE Polvos para bebidas instantáneas a base de harina extruida de ñame (*Dioscorea alata*). *452Rev Chil Nutr*, 452-459.
- Peñarrieta, M., Tejeda, L., Mollinedo, P., & Bravo, J. (2014). Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *XXXI*(2).
- PNA NTA 16 007. (2007). *Leches fermentadas. Requisitos*. Perú. Retrieved Enero 15, 2020, from https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/normatividad-lacteos/Normas_Andinas/PNA_Leches_Fermentadas_16007.pdf



- Quilantán, F., Infante, F., Esquinca, A., Ibarra, N., & Palacio, V. (2011). Mango Ataulfo. *CONABIO, XCVI*, 1-5.
- Ramírez, J., Solís, C., & Vélez, C. (2018). Tecnología de membranas: obtención de proteínas de lactosuero. *Entre Ciencia e Ingeniería, XII(24)*, 52-59.
- Riofrío, R. (2014). *Caracterización de Lactosuero proveniente de cuatro producciones de diferentes tipos de queso*. Quito. Retrieved Noviembre 29, 2018, from <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3177/1/000110271.pdf>
- Rioja, A. (2018). *Determinación de capacidad antioxidante total, contenido de fenoles y actividad enzimática en una bebida no láctea a base de quinua (Chenopodium quinoa)*. La Paz. Retrieved Enero 29, 2018, from <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18251/TM-1934.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Ríos, C. (2019). *Desarrollo de una bebida funcional de mango y piña adicionada con proteína de sacha inchi (Plukenetia volubilis L.)*. Medellín. Retrieved Enero 15, 2020
- 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, XXXIX(2)*, 301-317.
- Rodríguez, A., & Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Rev. esc.adm.neg.(82)*, 179-200.
- Rodríguez, D., & Hernández, A. (2017). Desarrollo de una bebida fermentada de suero con la adición de jugo de Aloe vera y pulpa de fruta. *Tecnología Química, XXXVII(1)*, 40-50.
- Ruiz, F., Cabrera, F., Pérez, R., & Rodríguez, G. (2018). Formulación de una bebida a bases de lactosuero con sabor a maracuyá (Passiflora edulis). *Ciencia Nor@ndina, I*, 32 - 35.
- Sánchez, L. (2015). *Evaluación de las propiedades funcionales del mango durante el almacenamiento*. Orihuela. Retrieved Noviembre 09, 2019, from <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/1980/1/TFG%20S%C3%A1nchez%20%20Rodr%C3%ADguez%2C%20Luc%C3%ADa.pdf>
- Sánchez, N., Sepúlveda, J., & Rojano, B. (2013). Desarrollo de una bebida láctea con extractos de curaba (Passiflora mollissima Bailey) como antioxidante natural. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, XI(1)*, 164-173.
- Santander, M. (2013). *Elaboración de una bebida con características funcionales basada en una mezcla de leche con la pulpa natural de una fruta regional andina: tomate de árbol (Solanum betaceum) como una alternativa para el desarrollo agroindustrial del departamento de nariño*. San Juan de

Pasto. Retrieved Enero 27, 2020, from <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89670.pdf>

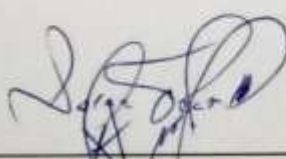
- Serna, L., Torres, C., & Ayala, A. (2015). Efecto de la Adición de Edulcorantes no Calóricos sobre las Propiedades Fisicoquímicas y la Cinética de Secado de Cáscara de Mango Liofilizado. *Información Tecnológica*, XXVI(4), 37-44.
- Surco, F., Tipiana, R., Torres, Y., & Valle, M. (2017). Efectos de Liofilización sobre composición química y capacidad antioxidante en pulpa de cuatro variedades de Mangifera Indica. *Rev. Soc. Quím. Perú*, IV(83), 412-419.
- van Hissenhoven, S. (2017). *Evaluación de diferentes cultivos de baja post acidificación aplicados a una bebida láctea fermentada*. Bogotá. Retrieved Enero 29, 2019, from <http://bdigital.unal.edu.co/59540/1/Tesis%20Silvina%20van%20Hissenhoven.pdf>
- Vásquez, C., Pinto, R., Rodríguez, R., Carmona, J., & Gómez, A. (2017). Uso, producción y calidad nutricional. *XXI*(1), 65-76.
- Vela, G., Castro, M., Cabellero, A., & Ballinas, J. (2011). Bebida probiótica de lactosuero adicionada con pulpa de mango y almendras sensorialmente aceptable por adultos mayores. *Revista Reciteia*, XI(2), 9-11.
- Velázquez, A., Covatzin, D., Toledo, M., & Gutiérrez, G. (2018). Bebida fermentada elaborada con bacterias ácido lácticas aisladas del pozol tradicional chiapaneco. *Bioteología y ciencias agropecuarias*, XIII(1), 165-178.
- Velderrain, G., Torres, H., Villegas, M., Ayala, F., Robles, R., Wall, A., & González, G. (n.d.). contenido de ácido gálico y un mecanismo antioxidante Son responsables de la actividad antiproliferativa de Cáscara de mango 'Ataulfo' en celdas LS180. *Moléculas*, XXIII(3), 2-15.
- Villareal, V., Gamarra, C., Silva, C., Cruzado, J., Ruiz, G., Costilla, N., . . . García, J. (2019). Actividad antioxidante in vitro y compuestos fenólicos de las hojas de *Beautempsia avicenniifolia* (Kunth) Gaudich (Capparaceae). *Arnaldoa*, XXVI(1).
- Zuleta, A., Esteve, M., Frigola, A., & Frassetto, I. (2007). Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. *Food Chemistry*, CIII(4), 1365-1374.

ANEXOS


ANEXO 1.
RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DEL LACTOSUERO

| | | |
|---|---|---|
|  | ESPAMMFL |  |
| <small>REPUBLICA DEL ECUADOR</small> | | |
| ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FÉLIX LÓPEZ | | |
| LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL | | |
| NOMBRE DE ESTUDIANTES: | Barreto Arteaga Anderson Javier Montesdeoca Chávez María Agustina | |
| DIRECCIÓN: | CALCETA | |
| FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: | 05/09/2019 | |
| FECHA DE ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS: | 05/09/2019 | |
| MUESTRAS ENVIADAS: | 1 | |

| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: LACTOSUERO DULCE | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| pH | --- | 6,66 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,15 |
| Grasa | % | 1,0 |
| Proteína | % | 0,97 |
| Sólidos totales | % | 7,66 |
| Cenizas | % | 0,45 |



Ing. Jorge Teca Delgado
TÉCNICO DEL LABORATORIO



ESPAMMFL
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FÉLIX LÓPEZ
Carrera de
AGROINDUSTRIA
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA

ANEXO 2

RESULTADOS ANÁLISIS FUNCIONALES DE LA PULPA LIOFILIZADA

Lab. De Investigación de Alimentos



Uleam
UNIVERSIDAD DE MANABÍ
EL OY ALFARO DE MANABÍ

Facultad Ciencias Agropecuarias

Manta 23 de septiembre de 2019

A Quien Corresponda

Ciudad. -

CERTIFICO: Que los análisis presentados en este informe corresponden a la estudiante **Montesdeoca Chávez María Agustina C.I. 135074830-5**, Estudiante de Pregrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (**ESPAM MFL.**). Los análisis fueron realizados en el Lab. De Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la (**ULEAM**), siendo estos los siguientes: (**Cuantificación de Polifenoles Totales y Capacidad de inhibir radical libre 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolino -6- ácido sulfónico) (ABTS^{•+}) Capacidad Antioxidante, en pulpa de mango**), dichos análisis corresponden al trabajo de titulación "**Efecto del lactosuero dulce y pulpa liofilizada de mango en una bebida láctea fermentada funcional**".

| Tratamientos | Polifenoles R1 (g EAG /100g) | Polifenoles R2 (g EAG /100g) | Polifenoles R3 (g EAG /100g) | Método de ensayo |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| PULPA LIOFILIZADA (Mango) | 559,10±07 | 553,70±05 | 550,20±02 | Folin Ciocalteau 1927 |

g/GAE= Gramos de ácido gálico
100g= Gramos de muestra analizada

| Tratamientos | R1 TEAC(μM/g) | R2 TEAC(μM/g) | R3 TEAC(μM/g) | Método de ensayo |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| PULPA LIOFILIZADA (Mango) | 14,52±01 | 14,00±03 | 14,76±01 | Kuskosi et al. (2004) |

TEAC: actividad antioxidante equivalente al Trolox (μmol TE/g peso muestra).

Atentamente,



Ing. Marlon Castro García



Téc. Responsable de Lab. De Tecnologías de Lácteos
Téc. Responsable de Lab. De Tecnologías de Frutas y Hortalizas
Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos

www.uleam.edu.ec

ANEXO 3

RESULTADOS ANÁLISIS FUNCIONALES DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

Lab. De Investigación de Alimentos



Uleam
UNIVERSIDAD LÁCTEA
ELOY ALFARO DE MANABI

Facultad Ciencias Agropecuarias

Manta 06 de Diciembre de 2019

A Quien Corresponda

Ciudad. -

CERTIFICO: Que los análisis presentados en este informe corresponden a la estudiante **Montesdeoca Chávez María Agustina C.I. 135074830-5**, Estudiante de Pregrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM MFL.). Los análisis fueron realizados en el Lab. De Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la (ULEAM), siendo estos los siguientes: **(Cuantificación de Polifenoles Totales y Capacidad de inhibir radical libre 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolino -6- ácido sulfónico) (ABTS⁺) Capacidad Antioxidante, en pulpa de mango)**, dichos análisis corresponden al trabajo de titulación **"Efecto del lactosuero dulce y pulpa liofilizada de mango en una bebida láctea fermentada funcional"**.


| Tratamientos | Polifenoles R1 (mg EAG /100g) | Polifenoles R2 (mg EAG /100g) | Polifenoles R3 (mg EAG /100g) | Método de ensayo |
|--------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| T1 | 7,95±03 | 7,15±01 | 6,66±03 | Folin Ciocalteau 1927 |
| T2 | 8,33±05 | 8,12±09 | 8,44±01 | Folin Ciocalteau 1927 |
| T3 | 11,10±02 | 10,90,±05 | 11,35±05 | Folin Ciocalteau 1927 |
| T4 | 5,44±01 | 5,53±03 | 5,50±06 | Folin Ciocalteau 1927 |
| T5 | 7,91±08 | 7,77±01 | 7,93±05 | Folin Ciocalteau 1927 |
| T6 | 8,88±03 | 9,10±04 | 8,50±04 | Folin Ciocalteau 1927 |

g/GAE= Gramos de ácido gálico
100g= Gramos de muestra analizada

| Tratamientos | R1 TEAC(µM/g) | R2 TEAC(µM/g) | R3 TEAC(µM/g) | Método de ensayo |
|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------------|
| T1 | 18,33±02 | 18,10±04 | 19,24±04 | Kuskoski et al. (2004) |
| T2 | 22,40±01 | 21,0±05 | 21,0±06 | Kuskoski et al. (2004) |
| T3 | 27,33±03 | 26,95,±01 | 29,15±02 | Kuskoski et al. (2004) |
| T4 | 15,00±05 | 15,63±04 | 14,03±07 | Kuskoski et al. (2004) |
| T5 | 20,11±06 | 20,03±01 | 21,01±02 | Kuskoski et al. (2004) |
| T6 | 24,70±03 | 26,11±03 | 26,00±05 | Kuskoski et al. (2004) |

TEAC: actividad antioxidante equivalente al Trolox (µmol TE/g peso muestra).

Atentamente,






Ing. Marlon Castro García Mg.
Téc. Responsable de Lab. De Tecnologías de Lacteos
Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos

www.uleam.edu.ec

Uleam

ANEXO 4.

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

|  ESPAMMFL  | |
|---|--------------------------------------|
| REPUBLICA DEL ECUADOR ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FÉLIX LÓPEZ LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL | |
| NOMBRE DE ESTUDIANTE: | Montesdeoca Chávez María Agustina |
| DIRECCIÓN: | CALCETA |
| FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS: | 28/11/2019 |
| FECHA DE ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS: | 28/11/2019 |
| MUESTRAS ENVIADAS: | 18 |

| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T ₁ R ₁ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 225 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,4 |

| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T ₁ R ₂ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 217 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,43 |

| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T ₁ R ₃ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 256 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,43 |

| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T ₂ R ₁ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 291 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,45 |

| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T ₂ R ₂ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 306 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,44 |

| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T ₂ R ₃ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 288 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,44 |

| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T ₃ R ₁ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 324 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,42 |



| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T ₃ R ₂ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 325 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,4 |

| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARAMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T ₃ R ₃ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 329 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,45 |

| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T ₄ R ₁ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 311 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,37 |

| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T ₄ R ₂ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 332 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,4 |



IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA

| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
|-------------------------------------|--------|------------|
| T ₄ R ₃ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 344 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,35 |

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA

| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
|-------------------------------------|--------|------------|
| T ₅ R ₁ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 364 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,42 |

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA

| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
|-------------------------------------|--------|------------|
| T ₅ R ₂ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 394 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,35 |

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA

| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
|-------------------------------------|--------|------------|
| T ₅ R ₃ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 376 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,4 |



| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T₀R₁ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 363 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,35 |

| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T₀R₂ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 364 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,42 |

| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA CON ADICIÓN DE PULPA DE MANGO LIOFILIZADA | | |
|--|--------|------------|
| PARÁMETROS | UNIDAD | RESULTADOS |
| T₀R₃ | | |
| Viscosidad | mPa.s | 394 |
| Acidez (expresada en ácido láctico) | % | 0,43 |


 Ing. Jorge Teca Delgado
 TÉCNICO DE LABORATORIO



ANEXO 5.

RESULTADOS ANÁLISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ

Fecha: 28/11/2019

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan seis muestras de bebida láctea fermentada funcional a base de lactosuero y pulpa liofilizada de mango. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas e indique el grado en el que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

| Puntaje | Categoría |
|---------|----------------------------|
| 1 | Me disgusta mucho |
| 2 | Me disgusta moderadamente |
| 3 | Ni me gusta ni me disgusta |
| 4 | Me gusta moderadamente |
| 5 | Me gusta mucho |

| Código | Calificación para cada atributo | | | | |
|--------|---------------------------------|------|-------|--------------|---------------|
| | Color | Olor | Sabor | Consistencia | Aceptabilidad |
| 177 | 5 | 2 | 4 | 3 | 2 |
| 566 | 4 | 2 | 3 | 2 | 5 |
| 400 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 |
| 373 | 4 | 3 | 2 | 4 | 2 |
| 272 | 2 | 5 | 4 | 5 | 3 |
| 242 | 1 | 4 | 3 | 2 | 4 |

Observaciones:

ANEXO 6.
MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN



ANEXO 7.

ESTADO DE MADURACIÓN DEL MANGO



Índice de madurez del mango del National Mango Board (NMB) basado en el color de la piel y la pulpa para los cultivares Ataulfo, Tommy Atkins y Kent, de acuerdo con Baez, 2016.