



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

DIRECCIÓN DE POSGRADO Y FORMACIÓN CONTINUA

**INFORME DE INVESTIGACIÓN
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER
EN AGROINDUSTRIA**

MODALIDAD:

TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA:

**INFLUENCIA DE LA PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*)
LIOFILIZADA Y LACTOSUERO EN LAS PROPIEDADES
FISICOQUÍMICAS, ANTIOXIDANTES Y SENSORIALES DE UNA
BEBIDA FERMENTADA**

AUTOR:

EDISON GEOVANNY DÍAZ CAMPOZANO

TUTOR:

ING. PABLO ISRAEL GAVILANES LÓPEZ, Mg

COTUTOR:

ING. FRANCISCO ALFREDO SÁNCHEZ PLAZA, Mg

CALCETA, DICIEMBRE 2020

DERECHOS DE AUTORÍA

EDISON GEOVANNY DÍAZ CAMPOZANO, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, que se han respetado los derechos de autor de terceros, por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido del mismo, así como ante la reclamación de terceros, conforme a los artículos 4, 5 y 6 de la Ley de Propiedad Intelectual.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido en el artículo 46 de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

EDISON GEOVANNY DÍAZ CAMPOZANO

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Mg. PABLO ISRAEL GAVILANES LÓPEZ, certifica haber tutelado el trabajo de titulación “Influencia de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) liofilizada y lactosuero en las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales de una bebida fermentada”, que ha sido desarrollado por **EDISON GEOVANNY DÍAZ CAMPOZANO**, previo la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al Reglamento de unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Mg. PABLO ISRAEL GAVILANES LÓPEZ,

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación “Influencia de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) liofilizada y lactosuero en las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales de una bebida fermentada”, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **EDISON GEOVANNY DÍAZ CAMPOZANO**, previa la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al Reglamento de la unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Mg. FRANCISCO DEMERA LUCAS
MIEMBRO

Mg. NELSON MENDOZA GANCHOZO
MIEMBRO

Mg. ROSANNA KATERINE LOOR CUSME
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A Dios mi padre celestial por brindarme la vida e iluminar mi camino con sus bendiciones, sabiduría y salud.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de superarme como profesional a través de una educación superior de calidad.

A mi padre Edison Díaz por haberme mostrado que la educación es el camino al éxito.

A mi madre Santa Campozano por darme la vida y su amor materno.

A mi madre de corazón Vicenta Avellán por acogerme con su amor fraternal.

A mi tutor el Ing. Pablo Gavilanes por brindarme sus conocimientos y asesoría que me permitieron culminar mi maestría.

Mi cotutor el Ing. Francisco Sánchez que además de ser un guía académico es un amigo incondicional.

A la institución donde laboro EPMAPAJ por darme las facilidades para terminar mi maestría.

A el Ingeniero Ramón Rodríguez Cedeño y a la Agrícola Rodríguez & Asociados PITAKAWSAY CIA, por confiar en mi investigación.

EDISON GEOVANNY DÍAZ CAMPOZANO

DEDICATORIA

A Dios, que ilumina mi destino.

A mis padres que tanto amo y les debo el profesional que he alcanzado ser.

A la ESPAM que me dio esta grandiosa oportunidad.

A mis queridos amigos Mabel Laz, Judith Bermello y Miguel Tuárez con los que compartí aulas y afianzamos nuestra amistad.

EDISON GEOVANNY DÍAZ CAMPOZANO

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL	vii
CONTENIDO DE TABLAS.....	ix
CONTENIDO DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
PALABRAS CLAVE	xi
ABSTRACT.....	xii
KEY WORDS.....	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4. HIPÓTESIS.....	5
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS.....	6
2.2. BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS FUNCIONALES.....	6
2.2.1. ENRIQUECIMIENTO DE BEBIDAS LÁCTEAS FUNCIONALES	8

2.3. PROBIÓTICOS	9
2.4. PULPA DE FRUTA	11
2.5. PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS AGROPECUARIOS EN EL ECUADOR.....	11
2.5.1. PITAHAYA ROJA (<i>Hylocereus undatus</i>).....	12
2.5.2. LACTOSUERO.....	13
2.6. LIOFILIZACIÓN	15
2.7. ANTIOXIDANTES	16
2.8. COMPUESTOS FENÓLICOS	17
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	19
3.1. UBICACIÓN	19
3.2. DURACIÓN.....	19
3.3. FACTORES EN ESTUDIO	19
3.4. NIVELES DE LOS FACTORES.....	19
3.5. TRATAMIENTOS.....	20
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	20
3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	20
3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO	21
3.8.1. ELABORACIÓN DE PULPA LIOFILIZADA DE PITAHAYA ROJA	21
3.8.2. ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL FERMENTADA A BASE DE PITAHAYA	22
3.9. VARIABLES A MEDIR	23
3.9.1. FISICOQUÍMICAS.....	24
3.9.2. ANTIOXIDANTES.....	27
3.9.3. SENSORIALES	29
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	30

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA FRUTA Y LACTOSUERO...	31
4.2. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA BEBIDA	32
4.3. POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA BEBIDA.....	36
4.4. VARIABLES SENSORIALES DE LA BEBIDA	39
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1. CONCLUSIONES	43
5.2. RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFÍA.....	45
ANEXOS.....	58

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de <i>Hylocereus undatus</i>	13
Tabla 2. Detalle de los tratamientos	20
Tabla 3. Formulaciones de los tratamientos	20
Tabla 4. Escala hedónica	29
Tabla 5. Caracterización de las propiedades del fruto de pitahaya	31
Tabla 6. Caracterización físico-química del lactosuero dulce.....	32
Tabla 7. Resumen ANOVA paramétrico físico-químicos.....	33
Tabla 8. Resumen ANOVA no paramétrico de Kruskal Wallis para pH y °Brix día cero.....	33
Tabla 9. Subconjuntos homogéneos según Kruskal Wallis $p < 5\%$ para pH	34
Tabla 10. Subconjuntos homogéneos según Tukey $p < 5\%$ para acidez (% ácido láctico)	34
Tabla 11. Subconjuntos homogéneos $p < 5\%$ para °Brix	35
Tabla 12. Subconjuntos homogéneos según Tukey $p < 5\%$ viscosidad (cP)	36

Tabla 13. Resumen ANOVA paramétrico de fenoles y capacidad antioxidante	37
Tabla 14. Subconjuntos según Tukey $p < 5$ % fenoles (mgGEA/100mL) y capacidad antioxidante (mgTEAC/100mL)	37
Tabla 15. Prueba de Friedman $p < 5$ % para aceptabilidad sensorial	39
Tabla 16. Subconjuntos homogéneos según Friedman $p < 5$ % para la prueba de aceptabilidad.....	39

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del proceso de la bebida láctea fermentada.....	21
---	----

RESUMEN

La presente de investigación tuvo como objetivo, evaluar la influencia de pulpa liofilizada de pitahaya (*Hylocereus undatus*), y lactosuero dulce sobre las características físicoquímicas y funcionales de una bebida láctea fermentada. Se aplicaron dos concentraciones de lactosuero dulce (55 y 60 %) y tres porcentajes de pitahaya liofilizada (1, 1,5 y 2 %); se obtuvieron seis tratamientos con unidades experimentales de 2Kg y fueron replicados por tres, a las bebidas formuladas se les efectuó análisis físicoquímicos (pH, acidez, sólidos solubles totales y viscosidad), fenoles totales (Folin-Ciocalteu) y actividad antioxidante (método ABTS) a los 0 y 15 días de su elaboración, al final del almacenamiento se evaluó la aceptabilidad con 50 panelistas no entrenados, aplicando la prueba de Friedman; estos parámetros se procesaron mediante el programa libre SPSS versión 21. La pulpa liofilizada de pitahaya al 2 % demostró influencia positiva al mejorar las características físicoquímicas en la bebida, el lactosuero dulce no modificó las características a excepción de los sólidos solubles; se pudo evidenciar que la bebida con 2 % de pitahaya liofilizada presentó el mayor contenido de fenoles y mejor actividad antioxidantes, además de la mínima pérdida de estas propiedades en el transcurso del tiempo debido a la liofilización de la fruta; la bebida demostró tener una aceptación adecuada entre los jueces no entrenados y cumplir con los requisitos físicoquímicos de la NTE INEN 2337:2008.

PALABRAS CLAVE

Pitahaya liofilizada, lactosuero, fenoles totales, capacidad antioxidante.

ABSTRACT

The present research aimed to evaluate the influence of freeze-dried pitahaya pulp (*Hylocereus undatus*), and sweet whey on the physicochemical and functional characteristics of a fermented milk drink. Two concentrations of sweet whey (55 and 60%) and three percentages of lyophilized pitahaya (1, 1.5 and 2%) were applied; six treatments were obtained with experimental units of 2Kg and they were replicated by three, the formulated drinks underwent physicochemical analyzes (pH, acidity, total soluble solids and viscosity), total phenols (Folin-Ciocalteu) and antioxidant activity (ABTS method) at 0 and 15 days after preparation, at the end of storage, acceptability was evaluated with 50 untrained panelists, applying the Friedman test; these parameters were processed using the free program SPSS version 21. The freeze-dried pitahaya pulp at 2% showed a positive influence by improving the physicochemical characteristics of the drink, the sweet whey did not modify the characteristics except for the soluble solids; It was possible to show that the drink with 2% lyophilized pitahaya presented the highest content of phenols and the best antioxidant activity, in addition to the minimal loss of these properties over time due to the freeze-drying of the fruit; the drink proved to have adequate acceptance among untrained judges and to meet the physicochemical requirements of the NTE INEN 2337: 2008.

KEY WORDS

Lyophilized Pitahaya, whey, total phenols, antioxidant capacity.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La alimentación humana, determina la salud, el crecimiento y el desarrollo de las personas, esta debe contener una cantidad suficiente de los nutrientes para obtener la mayoría de las necesidades fisiológicas. La relación existente entre la alimentación, mantenimiento de la salud y el incremento de enfermedades ha reunido una numerosa evidencia científica en los últimos años. Muchas de las causas actuales de mortalidad están relacionadas a factores de riesgo evitables como alimentación desequilibrada, obesidad, sedentarismo, tabaquismo y alcohol (Calañas y Bellido, 2006).

Mediante la búsqueda de materias primas que brinden propiedades favorables a los alimentos, es evidente el desaprovechamiento de algunas que se encuentran en grandes cantidades, como en el caso del lactosuero, principal subproducto líquido de la quesería obtenido mayoritariamente después de la precipitación de la caseína en el proceso de elaboración del queso, conteniendo principalmente lactosa (95 %), proteínas (25 %) y grasas (8 %), además de minerales y vitaminas, todas sustancias de importante valor nutritivo (Parra y Adolfo, 2009).

Ecuador tiene una producción diaria de leche de 5,3 millones de litros diarios (Bermeo y Salvatierra, 2018) de la cual destina 1,2 millones de litros diarios para la producción formal de queso, ya que también se hace artesanalmente. Eso genera 900000 litros de lactosuero diariamente como subproducto, pero solamente 90 000 litros se están usando la industria láctea (El Comercio, 2018) generando cantidades considerables de desechos sin un aprovechamiento.

Según el artículo 74 del Código Integral Penal del Ecuador se prohíbe la mezcla de suero de leche líquido con leche pura para la elaboración de la denominada bebida láctea, permitiendo únicamente la comercialización de lactosuero en polvo (Metro Ecuador, 2019). Contradictoriamente, Ecuador importa productos

elaborados a base lactosuero, desaprovechándose la oportunidad de industrializar el suero de leche producido localmente (Terán, 2019).

Contrariamente al elevado valor nutricional del suero de leche, este subproducto industrial tradicionalmente es empleado en actividades de bajo aprovechamiento como fertilizantes, alimento de animales de granja o simplemente desechado (Pérez, Soazo, David, Rubiolo, y Verdini, 2012), y además su vertido en las aguas residuales de la industria provoca graves problemas de contaminación ambiental (Acevedo, Jaimes y Espitia, 2015).

Las proteínas y lactosa se transforman en contaminantes cuando el lactosuero es vertido al medio ambiente, a causa de que la carga de materia orgánica que contiene presenta las condiciones en la cual los microorganismos proliferan, originando alteraciones relevantes en la demanda bioquímica de oxígeno del agua, además de que la cantidad de ácido láctico, genera cambios significativos en los procesos biológicos (Brito, Santillán, Arteaga, Ramos y Rincón, 2015).

En el Ecuador el cultivo de la pitahaya es baja y sectorizada, sobre todo el desconocimiento de sus aplicaciones industriales considerando su uso en bebidas o incluso en la combinación con componentes lácteos que resaltarían el sabor (Huachi, et al., 2014). En la elaboración de jugos, néctares, bebidas y yogures, es necesario encontrar la mezcla óptima de ingredientes que permita generar un nuevo producto cuya formulación ofrezca características de producto funcional con alto valor nutricional, en las que se mantengan propiedades organolépticas de aroma y sabor deseables (Salamanca, Osorio y Montoya, 2010).

La adición de pulpas con alta actividad de agua reduce la vida útil de las bebidas funcionales, además la deshidratación convencional por calor de algunas frutas es dificultosa al ser sensibles a temperaturas elevadas deteriorando sus propiedades sensoriales y nutricionales (Orjuela, 2017).

Con base a los antecedentes en consecuencia, se reporta en la literatura la utilización del suero en la elaboración de productos con valor agregado y también

la incorporación de pulpas; sin embargo no se ha estudiado aún la incorporación de pulpa de pitahaya liofilizada y su influencia en las propiedades de una bebida fermentada; por tal motivo de las problemáticas expuestas se plantea la siguiente pregunta científica.

¿Cómo influyen los porcentajes de pulpa de pitahaya roja liofilizada y lactosuero en las características fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales de una bebida funcional fermentada?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la pitahaya es una planta ampliamente utilizada en la medicina tradicional, que contiene varios constituyentes bioactivos de interés nutricional, fuentes de actividad antioxidante y con efectos benéficos para la salud; en este sentido la pitahaya puede de ser considerada una “superfruta por sus bondades mencionadas” (Flores, 2016; García 2013).

Los estudios relacionados con la pitahaya demuestran el creciente interés por aprovechar sus beneficios; además, la variedad de cáscara roja y pulpa de color blanca (*Hylocereus undatus*) demuestra contener una cantidad apreciable de fenoles y actividad antioxidante (Ochoa et al., 2012).

El creciente interés del estudio de compuestos antioxidantes naturales, se ha visto acompañado por un aumento de la demanda de alimentos funcionales nutraceuticos (Sánchez, Sepúlveda y Rojano, 2013). Existe evidencia científica que varias frutas tropicales como: curuba, mango, lulo, maracuyá, tomate de árbol, guayaba, melón, piña (Botero et al., 2007) e incluso frutas menos comunes como: la pitahaya, uchuva y mangostino (Daza, Murillo y Mendez, 2014), contienen cantidades significativas de compuestos antioxidantes.

Históricamente, el suero dulce ha sido considerado un desecho por los fabricantes de quesos, este subproducto lácteo también representa una excelente fuente de proteínas y péptidos funcionales, lípidos, vitaminas, minerales y lactosa. Son estos

últimos componentes del suero, especialmente las proteínas y los péptidos, y sus propiedades las que han ayudado a transformar el suero de un material de desecho que a menudo se ha evitado, en una valiosa amalgama láctea que contiene una multitud de componentes disponibles para la explotación en la industria agroalimentaria, biotecnología, medicina y mercados relacionados (Sienkiewicz, 1990).

Los componentes del suero, particularmente las proteínas y péptidos, se prefirieron cada vez más como ingredientes para alimentos funcionales como las bebidas fermentadas y nutracéuticos, y como agentes medicinales activos, contruidos sobre la fuerte tendencia del consumidor para la salud y el bienestar (Smithers, 2008).

Si al lactosuero se le da un uso sostenible que aproveche sus cualidades, se lograría disminuir su impacto contaminante para que sea más provechoso, generando así mayores beneficios para el ambiente. Por lo tanto es necesaria la búsqueda de alternativas para disminuir el impacto causado por este tipo de residuo, la cual busca el aprovechamiento de desechos agroindustriales como materia prima para que microorganismos seleccionados sintetizen y posteriormente se logre la obtención de productos con mayor valor agregado que constituyen una gran fuente alimenticia de alto valor proteico, que ayuden con el problema de alimentación humana, y de igual manera se haría un aporte para minimizar el problema de contaminación ambiental (Araujo, Monsalve y Quintero, 2013).

Los potenciales beneficiarios de la presente investigación son la ESPAM debido a que este estudio forma parte del proyecto institucional: “Desarrollo de bebidas lácteas fermentadas con potencial agroindustrial”, la comunidad científica productores lácteos, estudiantes de carreras afines a ciencias agropecuarias y agroindustriales, además de posibles consumidores que demandan alimentos con beneficios adicionales para la salud que los alimentos tradicionales.

Por las razones el presente trabajo se enfoca en la evaluación de las propiedades de una bebida láctea fermentada con potenciales propiedades funcionales, con la

ventaja de someter la pulpa a la liofilización con el fin de mantener significativamente las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y antioxidantes; además, la bebidas fueron elaboradas con base a los requisitos establecidos en la Norma del Codex Alimentarius para leches fermentadas (CODEX STAN 243-2003), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2003) y en la Norma Técnica Ecuatoriana para bebidas de leche fermentada NTE INEN 2608:2012 (INEN, 2012).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) liofilizada y lactosuero dulce sobre las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales de una bebida láctea fermentada y funcional.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer porcentajes adecuados de pulpa liofilizada de pitahaya roja y lactosuero dulce para potenciar las propiedades fisicoquímicas y antioxidantes de la bebida funcional fermentada.
- Estimar la aceptabilidad organoléptica de la bebida mediante panel de catadores no entrenados.

1.4. HIPÓTESIS

Los porcentajes de pulpa liofilizada de pitahaya roja y/o lactosuero influyen en las características fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales de una bebida funcional.

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS

Es un producto lácteo compuesto, de consistencia fluida resultante de la mezcla de leche fermentada con otros derivados lácteos como el suero de leche, pudiendo tener ingredientes no lácteos como aromatizantes y cultivos de microorganismos viables con actividad hasta la fecha de vencimiento del producto (FAO, 2003; INEN, 2012). La utilización de lactosuero destinado a la elaboración de bebidas lácteas empezó en la década de 1970 (Jeličić, Božanić y Tratnik, 2008).

Las bebidas fermentadas con lactosuero comprenden una gran variedad de productos elaborados por mezcla de suero dulce, diluido con diversos aditivos como frutas, aislados de proteínas vegetales, chocolate, entre otros, fermentados por cultivos de microorganismos probióticos (Morales y Vivas, 2015). La popularidad de los productos lácteos que contienen bacterias probióticas o componentes prebióticos para estas bacterias está intrínsecamente relacionada con la palatabilidad y los efectos fisiológicos favorables (Yerlikaya, 2014).

2.2. BEBIDAS LÁCTEAS FERMENTADAS FUNCIONALES

Los consumidores conscientes de sus necesidades, buscan en el mercado productos funcionales que contribuyan a su salud y bienestar, cuyos componentes afectan funciones del organismo de manera específica y positiva, promoviendo un efecto fisiológico o psicológico más allá de su valor nutritivo tradicional en especial de aquellos alimentos que ejercen una acción beneficiosa sobre algunos procesos fisiológicos y/o reducen el riesgo de padecer una enfermedad. Dicho efecto puede ser contribuir a la mantención de la salud y bienestar, a la disminución del riesgo de enfermar, o ambas cosas (Olagnero, et al., 2007).

Cabe destacar que la alimentación de las personas varía en función de diversos aspectos sociales, económicos, culturales y religiosos (Contreras, 1995); de tal

manera, el mercado ofrece una serie de productos: tales como: jugos de fruta, bebidas de leche, fibras, entre otros para la satisfacción de las necesidades del consumidor en lo referente a lo funcional y nutricional (Cortés, Chiralt y Puente, 2005).

Los alimentos funcionales tienen el potencial de promover la salud a través de mecanismos que no se encuentran en la nutrición convencional, y los efectos se limitan a promover la salud y el bienestar, maximizando así las funciones fisiológicas del individuo en lugar de curar enfermedades (Granato, et al., 2010).

Las bebidas fermentadas además de tener propiedades nutricionales poseen beneficios funcionales que potencien la salud del consumidor, así mismo de ser considerados como una ayuda terapéutica sin receta con la ventaja de que pueden usarse como alimentos convencionales (Shiby y Mishra, 2013).

Los alimentos funcionales que contienen probióticos son parte de un nuevo nicho de mercado que busca el reconocimiento, la satisfacción y la aceptación del consumidor, han estado atrayendo el interés de la industria alimentaria por razones económicas y debido a la evidencia científica relacionada con sus beneficios para la salud (Balthazar, et al., 2017), además los consumidores son más conscientes de la nutrición y la calidad de los alimentos que comen, lo que aumenta la demanda de alimentos saludables (Burgain, Gaiani, Linder y Scher, 2011; Rolim, 2015).

En relación con antecedentes de investigaciones de bebidas lácteas funcionales con adición de pulpa de pitahaya en Ecuador destaca Guevara (2010) que diseñó y caracterizó la bebida de manera fisicoquímica, microbiológica, bromatológica y organolépticamente con porcentajes de pulpa de pitahaya del 5 % al 20 %. No existen más bases nacionales de investigaciones similares, lo cual abre la posibilidad a nuevas indagaciones académicas, sobre todo lo referente a la cuantificación antioxidante de la bebida de pitahaya.

Se encuentran investigaciones nacionales de bebidas fermentadas, pero con otras frutas exóticas, como guanábana (Rodríguez y Hernández, 2016). En el contexto internacional destacan bebidas fermentadas con frutas como curuba (Sánchez et al., 2013), borojó (Salamanca et al., 2010), maracuyá (De Paula, Martínez y Nunez, 2014), e incluso con té (Silva et al., 2014).

Adicionalmente, según investigaciones las pruebas de aceptabilidad de bebidas fermentadas con probióticos han demostrado tener buenos resultados con las personas empleadas en los estudios (Londoño, 2008; Sousa, 2013; Gerhardt, 2013).

2.2.1. ENRIQUECIMIENTO DE BEBIDAS LÁCTEAS FUNCIONALES

Los problemas de malnutrición sobre todo en países en vías de desarrollo, se sustentan en la falta de inclusión de nutrientes esenciales en la dieta, por tal razón es imprescindible el consumo de alimentos de consumo masivo que aporten mayor calidad nutricional (Astaiza, Ruíz y Elizalde, 2010). La tendencia del mercado en alimentos ha llevado al desarrollo en la inclusión de suplementos en productos lácteos que incluyen bacterias probióticas, ácidos grasos omega-3, carbohidratos prebióticos, fuentes de fibra soluble, pulpa de fruta, además de vitaminas y minerales como el calcio, hierro y zinc (Santillan, Menéndez y Vélez, 2014).

En los países del hemisferio occidental la historia de alimentos funcionales se remonta a las primeras prácticas de fortificación con vitaminas y minerales, así como también a la práctica de incluir ciertos componentes en los alimentos procesados con el objeto de complementar alguna deficiencia de la población. Se observa una clara preocupación en la sociedad por la posible relación entre el estado de salud personal y la alimentación que se recibe (Alvídrez, Gonzales y Jiménez, 2002).

La incorporación de bebidas lácteas fermentadas en la alimentación fundamenta su importancia por sus propiedades nutricionales y funcionales (Ortiz, 2019),

brindando una variedad de posibilidades de ingredientes de origen naturales para su enriquecimiento como son las pulpas de frutas (Andia, 2017), concentrados de frutas (Yumisaca, 2011), pulpas liofilizadas (Castillo, 2014), aloe vera (Rodríguez, Rodríguez y Hernández, 2019), harina (García y Pacheco, 2010), extractos etanólicos de frutas, hojas (López, 2015), flores (Ortega, 2012), cortezas (Domínguez, 2010) y plantas (Vásquez, 2012).

2.3. PROBIÓTICOS

Se definen como microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren un beneficio para la salud del huésped. Los beneficios para la salud se han demostrado principalmente para cepas probióticas específicas de los géneros: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Saccharomyces*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Bacillus*, *Escherichia coli* (Fijan, 2014).

Los probióticos son aquellos microorganismos vivos que, al ser agregados como suplemento en la dieta, afectan en forma beneficiosa al desarrollo de la flora microbiana en el intestino (Cagigas y Blanco, 2002). Los géneros de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son los más utilizados como probióticos, por lo tanto, es posible que algunos beneficios de los probióticos surjan de muchas cepas de ciertas especies bien estudiadas de ambos géneros Organización Mundial de Gastroenterología (OMG, 2017). Los probióticos son ejemplos exitosos de clases funcionales de alimentos que promueven la salud y el bienestar en las personas (Martínez, et al., 2013; Saad, et al., 2013).

La adición de componentes probióticos en las bebidas lácteas fermentadas mejoran la salud del consumidor al aumentar la microbiota benéfica gastrointestinal, adicionalmente de la prevención y tratamientos de trastornos gastrointestinales, tales como trastornos del tránsito del colon, infecciones intestinales y cáncer de colon (Picard, et al., 2005). Otro beneficio demostrado es la estimulación del sistema inmunitario, dado que los organismos probióticos

estimulan la resistencia del huésped a patógenos microbianos debido a que la microflora intestinal afecta el sistema inmune, por lo tanto, ayudan en su erradicación (Rabia y Nagendra, 2014).

Las bifidobacterias son un grupo importante de cultivos probióticos comúnmente utilizados en productos lácteos fermentados, este género contribuye una parte importante en la microbiota intestinal humana en humanos sanos. Se considera que proporcionan muchos beneficios efectos que incluyen la mejora de la digestibilidad de la lactosa, anticancerígeno actividad, reducción del nivel de colesterol, síntesis de vitaminas B y facilitación en la absorción de calcio (Prasanna, Grandinso y Charalampopoulos, 2014).

Estos microorganismos se caracterizan por ser gram positivas, inmóviles, no esporulados, anaeróbicos y catalasa negativas, su temperatura óptima de crecimiento se encuentra entre los 37 y 41°C, su pH ideal de crecimiento está entre 6,5 y 7,0 y no hay crecimiento bajo 5,0 o sobre 8,0 (Lovera, 2015).

La flora, particularmente las bifidobacterias, así como algunos lactobacilos residentes en el intestino, pueden ofrecer resistencia a la colonización por otros microbios potencialmente patógenos. Así, la colonización con bacterias es responsable de la maduración del sistema inmune y la protección (Saavedra, 2011).

El cultivo de bacterias probióticas ABY-3 (especies de *Bifidobacterium animalis* spp *lactis* BB-12, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*) es un termófilo ácido láctico que brinda agradables propiedades organolépticas (Mocanu, et al., 2009) y un alto recuento de bacterias probióticas en el producto elaborado (Mocanu, et al., 2011). El *Bifidobacterium animalis* spp *lactis* BB-12 es una especie de probiótico adecuada como microorganismo precursor en la fermentación de bebidas lácteas funcionales, debido a que ya ha sido demostrado su optimización en el proceso para la obtención de dicho producto (Cajamarca, 2017).

2.4. PULPA DE FRUTA

La adición de proporciones de frutas en las bebidas lácteas además de enriquecer el alimento nutricionalmente, representa mejoras en las propiedades sensoriales de la bebida, obteniendo mejor aceptabilidad en la característica del sabor (Linares, et al., 2014). Además, la incorporación de frutas en las bebidas funcionales en forma de pulpa le otorga beneficios antioxidantes al producto final (Morales y Vivas, 2015).

Se ha desarrollado investigaciones con la adición de pulpas liofilizadas de frutas en bebidas lácteas como la de polvo orgánico liofilizado de maqui con porcentajes de 0,75 % al 1,5 % en su composición (Martínez y Tinoco, 2018).

2.5. PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS AGROPECUARIOS EN EL ECUADOR

En la actualidad el país enfrenta problemas con el desaprovechamiento de la materia prima agropecuaria, existiendo un uso limitado de la misma, que a su vez surge por el poco conocimiento que tiene la sociedad en cuanto a la gestión productiva, lo que ocasiona que los agricultores y productores ganaderos no tomen iniciativas correctas para la fomentación del crecimiento industrializado y así ser reconocidos internacionalmente con productos terminados de mayor valor agregado evitando la exportación de la materia prima (Zamora, Montesdeoca, Alcívar e Hidalgo, 2018).

En Ecuador el 76,25 % de la producción lechera corresponde a la región Sierra, la Costa con el 19,66 % y el Oriente con el 4,05 %; teniendo una industrialización del 43 % de toda su producción, de los cuales 36 % es destinado a quesos, yogurt y varios, mientras que el 64 % restante a leche líquida procesada o en polvo (Terán, 2019).

La industria nacional láctea obtendría nuevos productos elaborados al aprovechar sus subproductos agropecuarios como son sus frutas y suero de leche, que

mediante las investigaciones (Andia, 2017; Yumisaca, 2011) demuestran la combinación de un derivado del lácteo como es el yogurt y de la pitahaya en la cual sus propiedades antioxidantes, fisicoquímicas y organolépticas son del agrado de los consumidores, además de estar en los parámetros establecidos de las normativas vigentes.

Según Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2014) el promedio de consumo de frutas y verduras diario por habitante es 183 gramos, cantidad que cubre solamente el 45 % de la ingesta recomendada internacionalmente, realidad que refleja la falta de consumo sobre todo de frutas ricas con propiedades beneficiosas para el organismo como es el ejemplo de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) que contiene compuestos antioxidantes que protegen de los radicales libres que son responsables de numerosas enfermedades que provocan reacciones en cadena (Figuroa, Tamayo, Gonzales, Moreno y Vargas, 2011), debido a que puede causar alteraciones genéticas, mutaciones, enfermedades autoinmunes y cáncer (Guerra, 2001).

2.5.1. PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*)

Es una fruta carnosa de cactus trepador, originada en los trópicos de América. Produce un fruto globoso, con forma ovalada, entre 10 a 12 cm de diámetro, con una pigmentación en la pulpa que va de la gama blanca a la violeta dependiendo de la especie, posee numerosas semillas dispersas de color negro; la cáscara varía de rojo a rojo-púrpura en función de la especie (Centurión, Solís, Saucedo, Báez y Sauri, 2008).

La especie más representativa de la pitahaya es *Hylocereus undatus* (con cáscara de color rojo y pulpa blanca) que ha sido cultivada a mayor escala como se puede ver en la Tabla 1, mientras que las demás especies, como *Hylocereus polyrhizus* (con cáscara roja y pulpa de color rojo-violeta), *Selenicereus megalanthus* (con cáscara de color amarillo y pulpa blanca) e *Hylocereus costaricensis* (con cáscara roja y pulpa de color rojo) se cultivan en menor escala (Esquivel y Araya, 2012).

Tabla 1. Taxonomía de *Hylocereus undatus*

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Dicotiledonea/Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Cactaceae
Subfamilia	Cactoideae
Tribu	Hylocereeae
Género	Hylocereus
Especie	Undatus

Fuente: Integrated Taxonomic Information System (2011)

Otro punto de importancia, es el contenido de compuestos fenólicos en la pitahaya, dado que no solamente están contenidos en su pulpa sino también en partes no comestibles como su cáscara y semillas en varias *Hylocereus* spp (Daza et al., 2014).

Se ha demostrado que es factible la comercialización de la fruta mínimamente procesada, como también darle un valor agregado para la obtención de jugos y la fabricación de polvos para utilizarlos como colorante natural, la utilización de la cáscara para la obtención de pectina y adicionalmente, las semillas de pitahaya, por su contenido de ácidos grasos insaturados, tienen potencial de uso alimentario, cosmético o farmacéutico Esquivel y Araya (2012). Así mismo es primordial para el estudio la incorporación de pulpa de pitahaya que contienen compuestos antioxidantes cuya función es la de descomponer los peróxidos o impedir la formación de complejos de radicales libres en el organismo (Santillan et al. 2014).

2.5.2. LACTOSUERO

Es un líquido claro, de color amarillo verdoso translúcido, es el subproducto más abundante de la industria láctea, resultado de la precipitación y la remoción de la caseína durante la elaboración del queso y la fabricación de caseína. Es de difícil aceptación en el mercado, debido a que sus características no lo hacen apto para su comercialización directa como suero líquido (Ramírez, 2011). La producción del suero de leche es de nueve litros por cada kg de queso producido, por lo que se

considera que constituye el principal subproducto de la industria quesera (Fernández, Martínez, Morán y Gómez, 2016).

Existen dos tipos de sueros dependiendo de su procesamiento, que son el suero de leche dulce y el ácido; el suero dulce es obtenido como subproducto de la elaboración de quesos duros, semiduros y ciertos quesos blandos, en los cuáles es utilizado el cuajo como insumo; el suero ácido es obtenido al precipitar la caseína y formar el cuajo mediante la adición de ácido láctico (Motta y Mosquera, 2015).

El lactosuero utilizado en la presente investigación posee un alto valor nutricional, pero mayoritariamente es desechado o utilizado generalmente como alimento para animales de granja o abono, causando problemas de contaminación en ríos y suelos.

El suero es un producto rico en nutrientes; 1000 litros de suero contienen más de 9 kg de proteína de alto valor biológico, 50 kg de lactosa y 3 kg de grasa de leche. Esto equivale a los requerimientos diarios de proteína de cerca de 130 personas y los requerimientos diarios de energía de más de 100 personas (Ramírez, 2015).

Con base a otras investigaciones como las realizadas por Sepúlveda, Flores y Peña, (2002); Vega (2012) que establecieron porcentajes en bebidas funcionales de lactosuero/leche del 50 %:50 % al 60 %:40 %, se tomaron como referencia para esta investigación.

Acercas de lo antes mencionado es posible aprovechar la alta cantidad de nutrientes y aminoácidos presentes en el suero de leche, para transformar este subproducto indeseable en un componente en la fabricación de una variedad de productos apetecibles y demandados por los consumidores entre los cuales podemos citar: bebidas funcionales fermentadas (Miranda et al., 2014), bebida energizante (Brito et al., 2015), productos de panadería, postres, confitería (Hernández y Vélez, 2014), helados de crema (Rodríguez y Boumba, 2011),

suplementos proteicos (Kochi, Pretell y Ynouye, 2017), entre otros productos con exitosa aceptación en el mercado.

2.6. LIOFILIZACIÓN

Existen obstáculos para la conservación de alimentos frescos y procesados, debido a la cantidad de agua que contienen, este es un problema que puede resolverse mediante el uso de técnicas de conservación, como la deshidratación (Oliveira, Figueirêdo y Melo, 2006). El secado de alimentos es a menudo un proceso indispensable para controlar y mantener la calidad de estos productos, su objetivo principal es reducir la actividad del agua y el contenido de humedad a ciertos niveles, ya que estas propiedades son factores clave para la calidad (Oliveira, et al., 2010).

Los alimentos se secan para alargar su vida útil, reducir su peso de transporte y mejorar su enfoque sensorial, a medida que la actividad del agua se reduce mediante el secado, la estabilidad microbiológica se extiende, como consecuencia, es posible distribuir los productos y almacenarlos durante mucho tiempo (Palzer, Dubois y Gianfrancesco, 2010).

Una de las técnicas de secado disponibles es la liofilización, que consiste en un proceso de deshidratación en el que el agua del alimento es congelada y eliminada cambiando directamente del estado sólido a gaseoso (sublimación) en condiciones de baja temperatura y presiones menores a 4,58 mmHg; disminuyendo así la pérdida del valor organoléptico y nutricional del alimento (Leynard, 2013).

En el secado por liofilización se diferencian tres fases: La fase conductiva donde la velocidad de sublimación crece rápidamente, la fase difusiva 1 donde empieza a decrecer la velocidad de sublimación por la formación de una capa porosa en el alimento y la fase difusiva 2 donde la velocidad de sublimación sigue decreciendo, pero es donde se retira el agua ligada al alimento (Orrego, 2008)

La liofilización es un proceso que ha demostrado su validez en la pitahaya *Hylocereus undatus* (Molina et al., 2014) conservando sus propiedades nutricionales. Pasquel (2016) comparó distintos métodos de deshidratación en la especie de pitahaya *Selenicereus megalanthus*, denotando a la liofilización con una mayor eficiencia que la osmosis.

La pitahaya posee un tipo de pulpa adecuada para el proceso de liofilización, debido a que reduce su actividad de agua a 0,4; adicionalmente permitiendo una rehidratación muy similar a su contenido inicial de humedad, características que le brindan un interesante uso como pulpa liofilizada (Ayala, Serna y Mosquera, 2010).

Al contrastar con otras frutas, como fresa (Moraga, Martínez y Chiralt, 2004) kiwi (Moraga, et al., 2006) y piña (Gabas. 2007), la pitahaya demostró una menor capacidad de adherencia al agua, evidenciándose en una actividad de agua más baja, debido a la presencia de hidratos de carbono de alto peso molecular (Mosquera, (Moraga y Martínez. 2010).

2.7. ANTIOXIDANTES

Un radical libre es un átomo o molécula que tiene un electrón desapareado en su orbital exterior, haciéndolo inestable y muy reactivo, resultando en la inducción de daño celular, en un proceso llamado estrés oxidativo (Calderón, Torres y Pretel, 2020); este estado es causante de enfermedades degenerativas como el cáncer, diabetes, envejecimiento prematuro, aterosclerosis, entre otras (Guija, et al., 2018).

Los compuestos antioxidantes inhiben las reacciones oxidativas de los perjudiciales radicales libres (Nathan y Cunningham, 2013) asociados a enfermedades degenerativas (Llacuna y Mach, 2012), además estudios han demostrado la relación entre la ingesta de frutas ricas en compuestos antioxidantes y la disminución de sufrir diversas patologías (Araya, Clavijo y Herrera, 2006).

Los antioxidantes pueden ser clasificados según su naturaleza química: en antioxidantes enzimáticos como la catalasa (CAT), glutatión peroxidasa (GPx) (Long, et al., 2017); en antioxidantes no enzimáticos metabólicos como la enzima Q10, L-arginina, y los antioxidantes no enzimáticos exógenos obtenidos de los nutrientes como la vitamina E, flavonoides, polifenoles, carotenoides (Sen y Chakraborty, 2011).

Uno de los principales cambios que se producen durante el procesamiento, distribución y preparación final de la comida es la oxidación, que se inicia con la oxidación de los lípidos en una reacción en cadena dando cambios que afectan su calidad nutricional, salubridad, seguridad, color, sabor y textura. Los antioxidantes pueden interferir con el proceso de oxidación al reaccionar con los radicales libres y también al actuar como captadores de oxígeno (Shahidi, Janitha y Wanasundaa, 1992) conservando el alimento y prolongando su vida útil (Gutteridge y Halliwell, 2018).

2.8. COMPUESTOS FENÓLICOS

Existe una variedad de moléculas presentes en las frutas y verduras que reducen el estrés oxidativo, evitando de los efectos dañinos de los radicales libres (Calderón, et al., 2020) al ingerir frutas exóticas como la pitahaya (Balois, et al., 2007), los arándanos (Karelovic, 2012) ricos en flavonoides, vitamina C, carotenoides y una amplia variedad de polifenoles, a los que se les ha demostrado propiedades antioxidantes (Szeto, Chu y Benzie, 2006). Los compuestos fenólicos son los principales antioxidantes que pueden contribuir directamente a la capacidad antioxidante de ciertos alimentos como los cereales y frutas (Van Hung, 2016).

Los polifenoles son una clase de fitoquímicos activos que comprenden diversos compuestos reportados en la literatura como son ácidos hidroxibenzoicos, ácidos hidroxicinámicos, flavonoides (antocianinas como pelargonidina, delphinidina, cianidina junto con sus derivados y antoxantinas como catequina, epicatequina y quercetina), taninos (elagitaninos y derivados del ácido elágico como punicalagina,

punicalina y pedunculagina) y ácidos fenólicos (ácido clorogénico, cafeico, siríngico, sinápico, p-cumarico, ferúlico, elágico, gálico y cinámico) y proantocianidinas (Singh, 2018; Xiang, et al., 2019)

Los antioxidantes fenólicos funcionan como terminadores de radicales libres y, a veces, también como quelantes de metales en los alimentos. Los compuestos fenólicos y algunos de sus derivados son muy eficaces para prevenir la autooxidación de productos comestibles (Shahidi, et al., 1992), además las ingestas a largo plazo de los componentes fenólicos están relacionadas con una menor probabilidad de desarrollar enfermedades crónicas, otorgando beneficios para la salud (García, Salinas y Valle, 2012; Tewari, et al., 2018; Yeung, et al., 2019).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El desarrollo del trabajo de titulación relacionado a la elaboración de la bebida láctea fermentada se realizó en el taller de lácteos de la Carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, ubicado en la ciudad de Calceta en el centro norte de la provincia de Manabí, con coordenadas geográficas de Latitud 49°35.25´S y Longitud de 80°11´10.54´W (GeoHack, 2019).

Los análisis de fenoles totales y actividad antioxidante fueron desarrollados en el laboratorio de alimentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ubicado en la ciudad de Manta en el suroeste de la provincia de Manabí con coordenadas geográficas de Latitud 57°9.86´S y Longitud de 80°44´42.64´W (GeoHack, 2019).

3.2. DURACIÓN

La presente investigación se desarrolló en el lapso de seis meses.

3.3. FACTORES EN ESTUDIO

- Factor A: Porcentajes de pulpa liofilizada de pitahaya roja (P).
- Factor B: Porcentajes de lactosuero dulce (L).

3.4. NIVELES DE LOS FACTORES

Se consideraron tres porcentajes de pulpa liofilizada de pitahaya roja a1:1, a2: 1,5 y a3: 2 %. Para el de lactosuero dulce en proporciones de 55 y 60 %.

3.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos a desarrollarse están descritos en la Tabla 2.

Tabla 2. Detalle de los tratamientos

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN	
		% de Pitahaya	% de lactosuero
T1	a1b1	1	55
T2	a1b2	1	60
T3	a2b1	1,5	55
T4	a2b2	1,5	60
T5	a3b1	2	55
T6	a3b2	2	60

Fuente: Elaboración propia

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la evaluación de los resultados de las características fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales de la bebida funcional se utilizó un arreglo factorial AxB en un diseño con tres niveles para los porcentajes de pulpa de pitahaya liofilizada y dos niveles para los porcentajes de lactosuero, con tres repeticiones.

3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental constó de 2 kg de formulación, se efectuaron seis tratamientos con tres réplicas, totalizando 18 unidades experimentales (Tabla 3).

Tabla 3. Formulaciones de los tratamientos

Tratamientos	Ingredientes (%)					
	Leche semidescremada	Lactosuero	Pitahaya	Sacarosa	Fermento	Gelatina sin sabor
T1	34,68	55	1	9	0,02	0,3
T2	29,68	60	1	9	0,02	0,3
T3	34,18	55	1,5	9	0,02	0,3
T4	29,18	60	1,5	9	0,02	0,3
T5	33,68	55	2	9	0,02	0,3
T6	28,68	60	2	9	0,02	0,3

Fuente: Elaboración propia

3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO

A continuación, se detalla el proceso de elaboración de la bebida funcional fermentada que se realizó en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí del cantón Bolívar, que se muestra en la Figura 1.

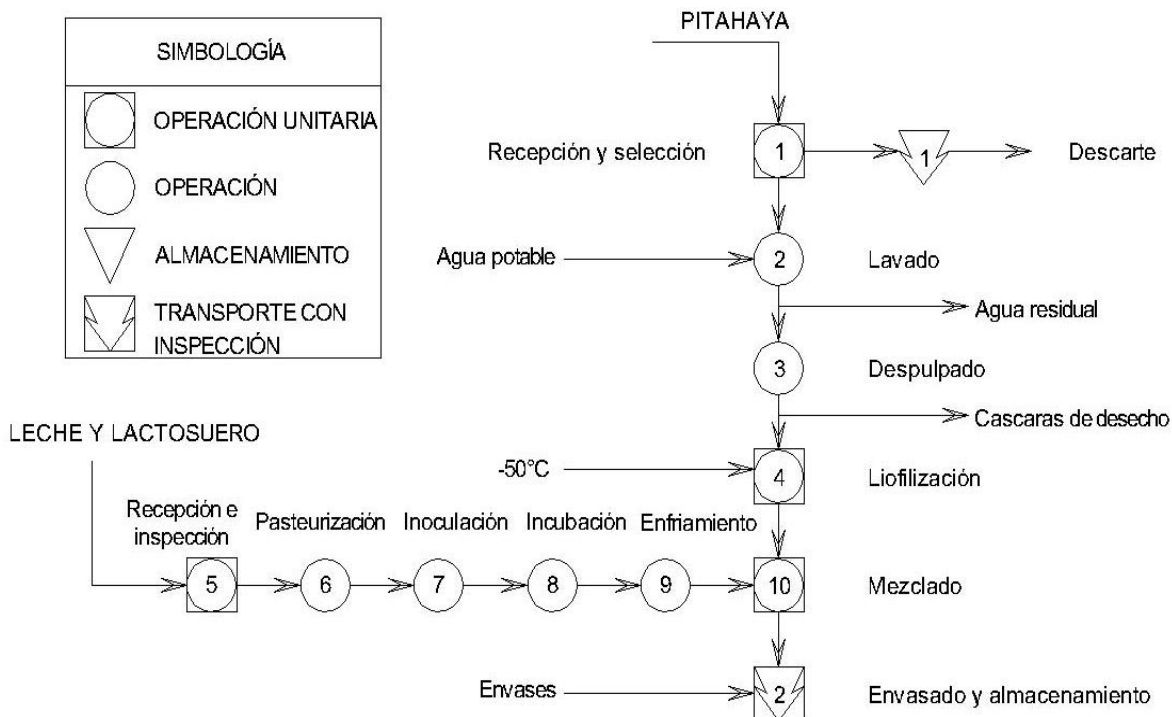


Figura 1. Diagrama del proceso de la bebida láctea fermentada

3.8.1. ELABORACIÓN DE PULPA LIOFILIZADA DE PITAHAYA ROJA

- **Recepción y selección:** La fruta se obtuvo de la finca perteneciente a la empresa PITAKAWSAY, ubicada en el sitio Cerecito del Cantón Rocafuerte de la Provincia de Manabí, fue transportada hasta el taller de lácteos en gavetas plásticas, se recibió la materia prima y se seleccionaron las frutas sin signos de deterioro (magulladuras, cortes, cambios de color anormal en la fruta) y con una madurez completa (75 -100 % de color rojo de la cáscara). Las frutas que no cumplieron fueron descartadas.

- Lavado y desinfección: Se realizó por inmersión utilizando agua con hipoclorito de sodio (100 ppm) por 3 minutos con el fin de desinfectar (Alimentarius, 2003; Garmendia, 2006), con el uso de una esponja se procedió a refregar la superficie de la fruta, con la finalidad de eliminar cualquier impureza presente como restos de hojas, tierra y pequeñas vellosidades.
- Despulpado: Manualmente con un cuchillo de acero inoxidable marca Kiwi se cortó longitudinalmente las frutas para posteriormente retirar la corteza con mayor facilidad, se separó la pulpa de la corteza para después cortarla en rodajas de 3 milímetros con un cuchillo, la pulpa fue colocada en bolsas de polietileno de baja densidad (LDPE) con cremallera hermética.
- Liofilización: La pulpa congelada se introdujo en un liofilizador (Marca Labconco, Modelo AZ214) a -50°C, 0,016 mbar de presión, durante 48 horas a una presión al vacío. De esta manera preservando las propiedades de la pitahaya. Una vez liofilizada la pulpa, se pulverizó y almacenó a -20°C por 24 horas en bolsas de polietileno de baja densidad hasta su utilización en la formulación de la bebida fermentada.

3.8.2. ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL FERMENTADA A BASE DE PITAHAYA

- Recepción e inspección: El lactosuero dulce procedente de la elaboración de queso fresco pasteurizado del Taller de Procesos Lácteos de la ESPAM y la leche semidescremada UHT de marca NUTRILECHE (1,5 % de grasa) fueron recibidos en recipientes metálicos esterilizados en condiciones de refrigeración, se verificó que el lactosuero esté libre de impurezas (cabellos, partículas extrañas, sedimentos de queso) y con una acidez máxima de 13 grados Dornic.
- Pasteurización: Se procedió a mezclar la leche semidescremada con el lactosuero en diferentes proporciones de acuerdo al diseño experimental (b1: 29,68; b2: 34,18 y b3:34,68 %) y se calentó en recipientes de acero inoxidable de 2,5 L, al alcanzar los 50°C se agregó la sacarosa y la gelatina sin sabor con

una agitación vigorosa para garantizar la homogeneidad, al llegar a los 85°C se mantuvo esa temperatura durante 15 minutos.

- Inoculación: De inmediato se enfrió con un baño de agua helada (5°C) hasta alcanzar 44°C la mezcla. Cuando la mezcla alcanzó esta temperatura se inoculó con el fermento láctico ABY-3 (especies de *Bifidobacterium animalis* spp *lactis* BB-12, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*) de la Marca Chr. Hansen, acorde a las especificaciones del fabricante.
- Incubación: Durante el lapso de 4 horas y en una tina de acero inoxidable a una temperatura de 44°C se fermentaron los recipientes con la bebida para llevarlo al corte del cuajo lácteo con un pH de 4,3.
- Enfriamiento: Posteriormente se llevó a refrigeración a 4°C por 12 horas.
- Mezclado: Se mezcló la base láctea probiótica con la pulpa liofilizada de pitahaya en proporciones (1 %, 1,5 % y 2 %) de acuerdo a lo establecido en la Tabla 4 de las formulaciones de los tratamientos del experimento.
- Envasado y almacenamiento: La bebida fermentada se envasó en recipientes de tereftalato de polietileno de 1000 mL y 500 mL y almacenado a 4°C.

3.9. VARIABLES A MEDIR

❖ Físicoquímicas

- pH
- Acidez titulable
- Grados Brix
- Viscosidad

❖ Antioxidantes

- Fenoles totales
- Actividad antioxidante

❖ Sensoriales

- Aceptabilidad de la bebida

3.9.1. FISICOQUÍMICAS

● PH - INEN-ISO 1842:2013 INEN (2013)

Se utilizó la técnica descrita en la Norma del Servicio Ecuatoriano de Normalización para productos vegetales y de frutas – Determinación de pH, se utilizó el equipo potenciómetro (Marca Hanna, Modelo H 198130) para medir el pH de la bebida funcional fermentada, se realizó el siguiente procedimiento:

- Como se trabajó con un producto líquido fermentado, se mezcló la muestra de laboratorio en un vortex (Marca Neutec, Modelo ZX4ADVANCE) hasta que estuvo homogénea.
- Se procedió a pesar en una balanza analítica (Marca Sartorius, Modelo AZ214), aproximadamente 10 g de muestra preparada y colocó en el vaso de precipitación, añadiendo 100 cm³ de agua destilada, en un recipiente esterilizado y enfriado, y agitando suavemente hasta que quede uniformemente diluido.
- Continuando la agitación a 25°C.
- A continuación, se determinó el pH por lectura directa, introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con el líquido, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas.

● ACIDEZ TITULABLE - INEN 0013 INEN (2012)

Haciendo uso de la metodología de la Norma del Servicio Ecuatoriano de Normalización para Leche. Determinación de la acidez titulable, se utilizó el equipo Matraz Erlenmeyer, Pipetas y Bureta de material de vidrio pyrex para medir la acidez de la bebida funcional fermentada, efectuando el siguiente procedimiento:

- La muestra se llevó a 20°C en un baño termostatzado para su homogenización.
- La determinación se desarrolló por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Lavando cuidadosamente con detergente biodegradable, agua destilada y secando el matraz Erlenmeyer en la estufa (Marca Binder, Modelo BF400) a 103°C ± 2°C durante 30 min. Dejando enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg.
- Posteriormente invirtiendo lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contiene la muestra preparada; inmediatamente, transfiriendo al matraz Erlenmeyer y pesando con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 20 g de muestra.
- Diluyendo el contenido del matraz con un volumen dos veces mayor de agua destilada, y agregando 2 cm³ de solución indicadora de fenolftaleína.
- Después agregando lentamente y con agitación, la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, justamente hasta haber conseguido un color rosado persistente que desaparece lentamente.
- Se continuó agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 segundos.
- Leyendo en la bureta el volumen de solución empleada, con aproximación a 0,05 cm³.

$$A = 0,090 \frac{VxN}{m_1 - m} \times 100 \quad [1]$$

Datos:

A = Contenido de acidez de la muestra, en porcentaje de masa de ácido láctico.

N = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V = Volumen de la solución de hidróxido de sodio.

m = masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g.

m_1 = masa del matraz Erlenmeyer con la leche, en g.

- **°BRIX (Optronic, 2013)**

Para la determinación de sólidos solubles, se empleó el equipo refractómetro digital (Marca Boeco, Modelo BOE 32195), se usó el siguiente procedimiento:

- La determinación se efectuó por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Se lavó con agua destilada el recipiente y el prisma del refractómetro y se secó suavemente con papel para lentes, este paso se lo realizó antes de efectuar cada una de las lecturas.
- Se llenó el plato de prisma con muestra de la solución y se tapó el plato de prisma.
- Luego tomando la lectura, evitando el posible error de apreciación ocasionado por el menisco del líquido.
- La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debió exceder de $0,2^\circ\text{Bx}$; en caso contrario, se repitió la determinación.

- **VISCOSIDAD (Gil, 2018)**

Se empleó el equipo viscosímetro digital (Marca Shimadzu, Modelo EZ-LX 500N) para medir la viscosidad de la bebida funcional fermentada, realizando el siguiente procedimiento:

- Se colocó aproximadamente 250 mL de la bebida en un vaso de precipitado e introduciendo el huso o spindle del texturómetro en el mismo.
- Después, se encendió el equipo, fijando las revoluciones por minuto a 6 y emprendiendo la marcha.
- Registrando la lectura indicada en el texturómetro en cP.
- La determinación de la viscosidad se desarrolló a 25°C .

3.9.2. ANTIOXIDANTES

- **PREPARACIÓN DE LA MUESTRA (Stefanov, Vlaeminck y Fievez, 2010)**

Previo a la realización de los análisis antioxidantes, fue necesaria la preparación de la muestra con la separación de las fases hidrofílica y lipofílica de la bebida. Se tomaron 10 g de la bebida y se le añadieron 16 mL de una solución de diclorometano-etanol (2:1, v/v). La mezcla se agitó en un vortex (Touch mini vortexer, Fisher Scientific) durante 90 segundos y posteriormente se centrifugó durante 8 minutos en una centrífuga (Marca Sigma, Modelo 2-16p). La fase acuosa superior se retiró por medio de una pipeta para después adicionar 10 mL de la solución de diclorometano-etanol en el tubo de ensayo.

La mezcla se agitó, y se centrifugó nuevamente durante 6 min (2500 x g a -4°C) formándose un pequeño precipitado y una fase superior orgánica que contenía la grasa de la bebida. Esta última, fue filtrada a un matraz de fondo redondo adecuado, el diclorometano fue eliminado mediante un rotavapor (Heidolph laborota 4011 digital) y las muestras se vaporaron hasta peso constante.

- **CONTENIDO DE FENOLES TOTALES (CFT) - (Singleton & Rossi, 1965)**

La determinación de fenoles se efectuó por el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu. Se fundamenta en la oxidación de compuestos fenólicos presentes en una muestra, por la acción del polianión molibdotungstodifórico para generar un producto coloreado con un máximo de absorción a 765nm, que es proporcional al contenido de compuestos fenólicos (Díaz & Mollinedo, 2017).

En un tubo de ensayo se adicionaron 50 µL de la fase acuosa de la bebida, 425 µL de agua destilada y 125 µL del reactivo Folin-Ciocalteu. Se agitó y luego se dejaron en reposo por 6 minutos. Posteriormente, se adicionaron 400 µL de carbonato de sodio (Na₂CO₃) al 7,1 %. Después de 1 hora en la oscuridad, se procedió a la lectura de la absorbancia a 760 nm en el espectrofotómetro (Marca Yemway, Modelo 6320D).

Para obtener la concentración de fenoles totales se construyó una curva de calibración, usando como patrón estándar al ácido gálico, los resultados se expresan como miligramos equivalentes de ácido gálico por 100 gramos de muestra (mgEAG/g).

- **CURVA DE CALIBRACIÓN (Echavarría, Franco y Martínez, 2009)**

Se pesaron 1000 mg de ácido gálico en una balanza analítica y se disolvió en 20–30 mL de agua destilada a 80°C. Posteriormente se llevaron a un matraz aforado de 100 mL y se enrasaron con agua destilada.

Luego, de ésta solución concentrada de ácido gálico se tomaron alícuotas de 1, 2, 3, 4, 5 mL y se diluirán a 100 mL con agua destilada. Estas diluciones corresponden a las concentraciones de 10, 20, 30, 40 y 50 mg/100 mL de ácido gálico. Finalmente se dejaron reposando en matraces de erlenmeyer de vidrio por el lapso de 2 horas.

- **CAPACIDAD ANTIOXIDANTE-ABTS (Kuskoski, Asuero y García, 2004)**

Para la obtención del radical ABTS⁺ (2,2'-azinobis (3- ethylbenzthiozoline)-ácido 6-sulfónico) fue necesario mezclar 3,3 mg de persulfato de potasio y 19,4 mg del reactivo de ABTS junto con 5 mL de agua destilada. La mezcla fue agitada en una centrífuga (Marca Sigma, Modelo 2-16P) y se dejó reposar en la oscuridad (16 horas) a 24-26 °C. Se realizó una mezcla del radical ABTS⁺ con etanol absoluto, para obtener una absorbancia de $0,70 \pm 0,02$ a 754 nm en un espectro-fotómetro UV-Visible.

Se colocó 3920 μ L de la solución de radical ABTS etanol absoluto a una celda de cuarzo y se registró la absorbancia inicial (Absinicial). Se adicionó 80 μ L de la muestra o extracto de la misma y 7 minutos después se registró la lectura de la absorbancia final (Absfinal) en el espectrofotómetro (Marca Yemway, Modelo 6320D). La capacidad antioxidante fue calculada utilizando la ecuación 2 y 3 y para la cuantificación se utilizó una curva estándar de Trolox (0,2 mg de Trolox/mL).

$$\% \text{ Inhibición} = \frac{(\text{Abs inicial} - \text{Abs final})}{\text{Abs inicial}} \times 100 \quad [2]$$

$$AA = \frac{(\% \text{ Inhibición})}{m} \times 100 \quad [3]$$

Donde AA es la capacidad antioxidante (mg T/100 mL de muestra), b es el intercepto y m es la pendiente (absorbancia/mg T/mL), la curva estándar fue $y=358,3(x)+0,819$ ($R^2 = 0,98$).

3.9.3. SENSORIALES

La bebida láctea fermentada a base de pulpa liofilizada de pitahaya, se sometió a una evaluación sensorial de tipo afectiva con 50 catadores no entrenados a los 15 días de su elaboración, para considerar el atributo de grado de preferencia de la bebida. A este grupo de panelistas se les aplicó una prueba sensorial con una escala hedónica de 5 puntos, según lo expuesto en la Tabla 4.

Tabla 4. Escala hedónica

Valores de la escala hedónica
1. Me disgusta mucho
2. Me disgusta
3. Me es indiferente
4. Me gusta
5. Me gusta mucho

Fuente: Elaboración propia

La evaluación se llevó a cabo en las instalaciones de la Carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, con jueces consumidores de ambos sexos en edades comprendidas de 18 a 45 años de edad. Los jueces recibieron cada una de las seis muestras en vasos plásticos (30 gramos por muestra) de manera aleatoria con un código único, se les brindó un vaso adicional (30 gramos) con agua para eliminar sabores entre muestras; en

una hoja previamente entregada, transcribieron sus puntuaciones, comentarios y sugerencias con respecto a cada código de las muestras aleatorias.

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos y de propiedades antioxidantes se sometieron a: prueba de normalidad (Test Shapiro Wilk), y pruebas de homogeneidad de varianzas (Test Levene). Los resultados que cumplieron con los supuestos de ANOVA (pH día 15, °Brix día 15, acidez día 0 y 15, viscosidad día 0 y 15, fenoles totales día 0 y 15, y actividad antioxidante día 0 y 15), se procedió con:

- Análisis de varianza (ANOVA) para identificar si los factores de estudio influyeron sobre la variable respuesta.
- Prueba de Tukey con un nivel de significación de $\alpha < 5\%$, para encontrar diferencias estadísticas entre medias.

Las variables que no cumplieron los supuestos del ANOVA (pH día 0 y °Brix día 0) se les aplicó la prueba de Kruskal Wallis.

Para los resultados de la evaluación sensorial se aplicó la prueba de Friedman, se tomó en consideración el atributo de aceptabilidad. El procesamiento estadístico de los datos se realizó mediante el software libre IBM SPSS Statistics versión 21.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA FRUTA Y LACTOSUERO

Las propiedades evaluadas de la fruta de pitahaya (Tabla 5) fueron en estado de madurez 3 como lo establece la Norma Técnica Colombiana NTC 3554, Frutas frescas pitahaya amarilla (2016); el parámetro acidez su ácido predominante en todos los genotipos de pitahaya es el málico en un 90 % (Glew et al., 2005) teniendo igualdad con los valores presentados en frutos provenientes de Yucatán con 0,6 % de acidez (Centurión et al., 2008); el pH guarda concordancia en *Hylocereus sp.* debido que oscila entre 4,3 y 5 como lo reportaron Stintzing y Carle (2006), los contenidos de sólidos solubles totales guardan similitud con la investigación en pitahaya de Costa Rica de la variedad “Nacional” con 12,92 % (Esquivel, Stintzing y Carle, 2007a).

Tabla 5. Caracterización de las propiedades del fruto de pitahaya

Análisis	Unidad	Resultado
°Brix	%	12,45
Acidez	%	0,60
pH	---	4.04
Fenoles totales	mgGEA/100mL	45,40
Actividad antioxidante	mgTEAC/100mL	34,97

Fuente: Elaboración propia

En base a investigaciones que evaluaron los perfiles de fenoles contenidos en frutos de pitahaya (*Hylocereus sp.*) fue posible comprobar la presencia mayoritaria de los fenoles ácido gálico, tirosina, ácido elágico y betalaínas en trazas (Kammerer, Claus, Carle y Schieber, 2004), el contenido de fenoles totales del presente trabajo guarda similitud con lotes de fruta evaluados en Taiwán con 42,4 mgGEA/100g (Wu et al., 2006), la actividad antioxidante de la fruta con una madurez comercial es comparable a la encontrada en la variedad “Lisa” de Costa

Rica que presenta valores de 36,1 mgTEAC/100mL (Esquivel, Stintzing y Carle, 2007b).

El lactosuero dulce utilizado (Tabla 6) proveniente de la ganadería de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí cumplen según lo establecido por la norma de Suero de Leche Líquido NTE INEN 2594 (2011), además demuestra que la proteína láctea y la densidad guardan similitud con la caracterización de lactosuero dulce en la región de la sierra ecuatoriana con 0,93 % y 1,025 g/mL (Vega, 2012); el contenido de cenizas es ligeramente superior a sueros de leche colombianos que presentaron 0,42 % (López, Becerra y Borra, 2018); los sólidos totales son superiores a otros sueros ecuatorianos que presentaron 6,1 % (Tipán, 2015) y colombianos con 6,73 % (Sepúlveda et al., 2012); el pH y acidez brindan valores cercanos a investigaciones (Brito et al., 2015) con 6,45 y 0,178 % al caracterizar de suero de leche dulce.

Tabla 6. Caracterización físico-química del lactosuero dulce

Análisis	Unidad	Resultado
Proteína láctea	%	0.94
Grasa láctea	%	1.1
Ceniza	%	0.45
Densidad	g/mL	1.027
Sólidos totales	%	7.72
Acidez titulable (como ácido láctico)	%	0.13
pH	---	6.85

Fuente: Montesdeoca y Piloso (2020)

4.2. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE LA BEBIDA

Previo al análisis de varianza de las propiedades físico-químicas, fenoles totales y actividad antioxidante, se procedió a efectuar las pruebas de normalidad y homogeneidad, cumpliendo tales condiciones (Anexo 1.A y 1.B); la prueba de normalidad ($p < 0,05$) el contenido de sólidos solubles y el pH no cumplieron el supuesto de normalidad y homogeneidad, respectivamente por lo que fue

necesario analizar con la estadística no paramétrica de Kruskal Wallis; los demás parámetros registraron un comportamiento normal.

La Tabla 7 resume los resultados del análisis de varianza por estadística paramétrica de pH, acidez, °Brix y viscosidad. El cuadro de ANOVA completo se muestra en el Anexo 2.A.

Tabla 7. Resumen ANOVA paramétrico físico-químicos

Variable	% pitahaya (A)	% lactosuero (B)	Interacción % pitahaya-%lactosuero (AxB)
pH día 15	0,795 ^{NS}	0,265 ^{NS}	0,333 ^{NS}
Acidez día 0	0,284 ^{NS}	0,251 ^{NS}	0,700 ^{NS}
Acidez día 15	0,008*	0,172 ^{NS}	0,506 ^{NS}
°Brix día 15	0,001*	0,001*	0,096 ^{NS}
Viscosidad día 0	0,002*	0,374 ^{NS}	0,991 ^{NS}
Viscosidad día 15	0,004*	0,358 ^{NS}	0,805 ^{NS}

* Significativo al 1 %
NS = No significativo

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 8 condensa los resultados de las pruebas no paramétricas por el método de Kruskal-Wallis de pH día 0 y °Brix día 0; como de sus respectivas pruebas de hipótesis (Anexo 3.A, Anexo 3.B y Anexo 3.C).

Tabla 8. Resumen ANOVA no paramétrico de Kruskal Wallis para pH y °Brix día cero

Variable	% pitahaya (A)	% lactosuero (B)	Interacción % pitahaya-%lactosuero (AxB)
pH día 0 ^{NP}	0,031*	0,825 ^{NS}	0,082 ^{NS}
°Brix día 0 ^{NP}	0,016*	0,232 ^{NS}	0,045*

* = Significativo al 5 %

^{NP} = No paramétricas que corresponden a lo estadístico de Kruskal Wallis.

^{NS} = No significativo

Fuente: Elaboración propia

El pH día 0 (Tabla 8) no registra significancia en el lactosuero y en la interacción, el porcentaje de pitahaya liofilizada influyó significativamente ($p < 0,05$), al añadir esta fruta se incorporan ácidos orgánicos (Linares et al., 2014); según la Tabla 9 el mejor nivel de pulpa de pitahaya liofilizada utilizado fue 2 % (5,583 para el día 0 y 4,458 para el día 15). A pesar de no tener significancia la interacción, presentan valores cercanos a la norma para jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales (NTE INEN 2337:2008) que señala el pH a 4,5; a los 15 días el pH no presentó significancia en los efectos principales (Tabla 7).

Tabla 9. Subconjuntos homogéneos según Kruskal Wallis $p < 5\%$ para pH

% pitahaya	Subconjunto pH día 0 ^{NP}	
	1	2
1 %		13,667
1,5 %	9,250	9,250
2 %	5,583	
% pitahaya	Subconjunto pH día 15 ^P	
	1	
1 %	4,506	
1,5 %	4,420	
2 %	4,458	

^{NP} = No paramétricas que corresponden a lo estadístico de Kruskal Wallis.

^P = Paramétrico según Tukey.

Fuente: Elaboración propia

La acidez inicial (día 0) no registró diferencias significancias en los efectos principales (Tabla 7); de la misma manera para el lactosuero no influyó en la acidez día 15, tampoco en la interacción, el porcentaje de pitahaya liofilizada influyó significativamente ($p < 0,05$) debido a que la pitahaya contiene ácidos tales como: el málico, cítrico y láctico (Esquivel y Araya, 2012).

Según la Tabla 10 el mejor nivel de pulpa de pitahaya liofilizada utilizado fue 1,5 % (0,650 para el día 0 y 0,633 para el día 15) los valores están acorde a los señalados por Cañizares et al. (2009) que considera el rango óptimo entre 0,4 a 0,6 % en bebidas de frutas, además la Norma del Codex Alimentarius para leches fermentadas indica que el valor de acidez deseado en una bebida a base de yogurt es de 0,6% (CODEX STAN 243-2003).

Tabla 10. Subconjuntos homogéneos según Tukey $p < 5\%$ para acidez (% ácido láctico)

% pitahaya	Subconjunto acidez día 0	
	1	
1 %	0,6233	
1,5 %	0,6500	
2 %	0,6283	
% pitahaya	Subconjunto acidez día 15	
	1	2
1 %	0,595	
1,5 %		0,633
2 %	0,585	

Fuente: Elaboración propia

La variable grados Brix día 0 mostrada en la Tabla 8, presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) debido al efecto de la pulpa de pitahaya liofilizada, esto se debe al aporte de los azúcares provenientes de la fruta influenciados por su grado de madurez (De Paula et al., 2014), el lactosuero no influyó en los °Brix día 0 (Tabla 8).

Los °Brix a los 15 días (Tabla 7) muestran efectos a la inclusión de pitahaya liofilizada y lactosuero debido a que el suero conserva parte de los azúcares de la leche (Inda, 2000); considerando la Tabla 11, el 2 % (18,533) de pitahaya y 60 % de lactosuero (18,312) la mejor categoría estadística en la interacción, lo que resaltan resultados similares (Coltro, 2002) con 17,2 °Brix al usar leche y lactosuero en su composición.

El incremento de los °Brix en el transcurso del tiempo manifestaría una posible descomposición de los hidratos de carbono más complejos en azúcares simples, característica de las pulpas en proceso de maduración (Morales y Vivas, 2015). La norma (NTE INEN 2337:2008) no especifica los °Brix para la fruta pitahaya, pero la bebida elaborada esta sobre el promedio de sólidos solubles de las frutas en el listado.

Tabla 11. Subconjuntos homogéneos $p < 5$ % para °Brix

% pitahaya	Subconjunto °Brix día 0 ^{NP}	
	1	2
1 %	5,167	
1,5 %	9,333	9,333
2 %		14,000
% pitahaya	Subconjunto °Brix día 15	
	1	2
1 %	17,098	
1,5 %		17,833
2 %		18,533
% lactosuero	Subconjunto °Brix día 15	
	1	2
55 %	17,331	
60 %		18,312

^{NP} = No paramétricas que corresponden a lo estadístico de Kruskal Wallis.

^P = Paramétrico según Tukey.

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la viscosidad día 0 y día 15 (Tabla 7) el ANOVA paramétrica presentó una diferencia significativa ($p < 0,05$) para la pulpa de pitahaya liofilizada, que probablemente se debió a la hidratación de las pectinas abundantes en las paredes celulares de las frutas al enlazar moléculas de agua libre según lo manifiestan Rojas, Chacón y Pineda (2007), además los primeros días de almacenamiento en refrigeración produce una mejora en la viscosidad de la bebida fermentada vinculada con la solidificación en la estructura del gel durante el enfriamiento que se pierde al transcurrir el tiempo (Rasic y Kurmann, 1978); el lactosuero estadísticamente no fue significativo en la viscosidad.

Según la Tabla 12 en la separación de medias según Tukey al 95 % de confianza se observa que el mejor tratamiento para viscosidad fue 2 % de pulpa liofilizada de pitahaya (27,411 cP día 0 y 25,975 cP día 15), puesto que la pectina aumenta con la concentración de fruta como se demuestran en ensayos con jalea de piña (Pons, García, Contreras y Acevedo, 2009) y harina de guayaba (Ramírez y Ruiz, 2014).

Tabla 12. Subconjuntos homogéneos según Tukey $p < 5$ % viscosidad (cP)

% pitahaya	Subconjunto viscosidad día 0	
	1	2
1 %	24,310	
1,5 %	25,393	
2 %		27,411
% pitahaya	Subconjunto viscosidad día 15	
	1	2
1 %	22,950	
1,5 %	24,255	24,255
2 %		25,975

Fuente: Elaboración propia

4.3. POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE LA BEBIDA

La Tabla 13 resume los resultados del análisis de varianza por estadística paramétrica de fenoles y capacidad antioxidante; el cuadro de ANOVA completo se muestra en el Anexo 2.B.

Tabla 13. Resumen ANOVA paramétrico de fenoles y capacidad antioxidante

Variable	% pitahaya Significancia	% lactosuero Significancia	Interacción % pitahaya-%lactosuero
Fenoles día 0	0,000*	0,729 ^{NS}	0,179 ^{NS}
Fenoles día 15	0,000*	0,713 ^{NS}	0,186 ^{NS}
Cap. Antioxidante día 0	0,000*	0,913 ^{NS}	0,098 ^{NS}
Cap. Antioxidante día 15	0,000*	0,346 ^{NS}	0,105 ^{NS}

* = Significativo al 1 %

NS = No significativo

Fuente: Elaboración propia

Se reporta que en el contenido de fenoles y capacidad antioxidante (Tabla 13) de la bebida funcional fermentada el porcentaje de pitahaya liofilizada son factores determinantes en la presencia de fenoles y capacidad antioxidante de la bebida, puesto que el fruto es el único aportante de ese tipo de componentes en las bebidas fermentadas (Morales y Vivas, 2015); además existe una correlación entre el contenido fenólico y efecto antioxidante (Kim et al., 2011) dado que la actividad antioxidante es dependiente de los compuestos que incluyen a los fenoles (Tarín, 2015).

El lactosuero no influye sobre el contenido de fenoles totales y su capacidad antioxidante en bebidas funcionales (Tabla 4.9).

Tabla 14. Subconjuntos según Tukey $p < 5\%$ fenoles (mgGEA/100mL) y capacidad antioxidante (mgTEAC/100mL)

% pitahaya	Subconjunto fenoles día 0		
	1	2	3
	1,783		
		2,340	3,240
% pitahaya	Subconjunto fenoles día 15		
	1	2	3
	1,758		
		2,298	3,190
% pitahaya	Subconjunto capacidad antioxidante día 0		
	1	2	3
	0,388		
		0,526	0,706
% pitahaya	Subconjunto capacidad antioxidante día 15		
	1	2	3
	0,323		
		0,446	0,583

Fuente: Elaboración propia

El contenido de fenoles (3,240 y 3,190 mgGAE/100mL) y la capacidad antioxidante (0,706 y 0,583 mgTEAC/100mL) a los 0 y 15 días al utilizar 2 % de pitahaya liofilizada registran los mejores resultados (Tabla 14), esto se infiere debido a que al incrementarse el porcentaje de una fruta en una bebida se obtiene una mayor cantidad de compuestos fenólicos y actividad antioxidante tal como lo corroboran los trabajos de Sánchez et al. (2013) y Salamanca et al. (2010) quienes utilizaron curuba y borojó como ingredientes de bebidas fermentadas.

El decremento en fenoles y actividad antioxidante se relaciona a factores como la temperatura de almacenamiento, pH, la luz a la que es expuesta, actividad de agua, degradación por actividad enzimática (Sánchez, Cortez, Solano y Vidaurre, 2015) y oxidación (Alcántara y Ruiz, 2015)

En la bebida fermentada de pitahaya liofilizada se obtuvieron valores de hasta 3,26 mgGAE/100mL (Anexo 6.B) menores en comparación a otras bebidas con maqui liofilizado (1,5 %) donde encontraron valores promedio 85 mgGAE/100mL (Martínez y Tinoco, 2018), cúruba (0,8 %) con resultados de 15 mgGAE/100mL (Sánchez et al., 2013) y mora chilena 49,74 mgGAE/100g (Genskowsky, 2015); los menores valores en la presente investigación se deben posiblemente a las dosis bajas empleadas, dado que la fruta empleada poseía 45,4 mgGAE/100mL.

Colina et al. (2012) menciona que se podrían considerar como potenciales funcionales a los productos que contengan polifenoles de valores entre 6,52 y 10,54 (mgGAE/100g). Los resultados del presente estudio están por debajo de los citados en una investigación con 50 frutas, vegetales y bebidas consumidas en los Estados Unidos que mostraron valores de polifenoles comprendidos entre 14,7 a 476,6 mgGAE/100mL (Floegel, et al., 2011).

Así mismo, se recalca que existe una disminución del contenido fenólico y capacidad antioxidante en bebidas fermentadas al transcurrir el tiempo de almacenamiento (Alfaro, 2019), aunque al incorporar pulpa de fruta liofilizada se protege a los compuestos bioactivos de oxidación y degradación, en comparación a su adición como frutas frescas que deterioran sus biocomponentes con mayor

rapidez como se demuestra en las investigaciones con fresa y mora liofilizada (Tarín, 2015); y (Wu, Frei, Kennedy y Zhao, 2010). Se evidencia en el Anexo 6.B y 6.C que la disminución del contenido de fenoles y actividad antioxidantes es mínima en el transcurso de los 15 días del estudio.

4.4. VARIABLES SENSORIALES DE LA BEBIDA

En la tabla 15 muestra la prueba de aceptabilidad sensorial según Friedman en la bebida funcional fermentada de pitahaya liofilizada.

Tabla 15. Prueba de Friedman $p < 5\%$ para aceptabilidad sensorial

Parámetro estadístico	Valor
N	50
Chi-cuadrado	44,16
gl	5
Significancia asintótica	0,000

Fuente: Elaboración propia

La hipótesis nula es rechazada en base a que el valor del modelo estadístico T (44,16) fue mayor que el valor del X^2 (11,17) obtenido en las tablas de distribución de Chi-cuadrada (Kuehl, 2001) por consiguiente, no existe similitud entre los tratamientos.

Se presentan en la tabla 16 los valores de los subconjuntos homogéneos del análisis de aceptabilidad sensorial según Friedman.

Tabla 16. Subconjuntos homogéneos según Friedman $p < 5\%$ para la prueba de aceptabilidad

Tratamientos	Subconjunto	
	1	2
T2 (60 % lactosuero y 1 % pitahaya)	2,600	
T5 (55 % lactosuero y 2 % pitahaya)	3,060	
T3 (55 % lactosuero y 1,5 % pitahaya)	3,220	
T4 (60 % lactosuero y 1,5 % pitahaya)	3,380	
T6 (60 % lactosuero y 2 % pitahaya)		4,250
T1 (55 % lactosuero y 1 % pitahaya)		4,490

Fuente: Elaboración propia

La aceptabilidad de la bebida (Tabla 16) mostró que los tratamientos 1 y 6 están en el subconjunto 2 (55 % de lactosuero con 1 % de pitahaya liofilizada y 60 % de lactosuero y 2 % de pitahaya liofilizada) determinándose que estos fueron más aceptados por los jueces no entrenados. Los demás tratamientos registraron una menor aceptabilidad de la bebida.

Los análisis estadísticos para la aceptabilidad sensorial determinaron diferencias significativas para la interacción de los factores en estudio (% lactosuero y % pulpa liofilizada de pitahaya). El tratamiento 1 (55 % de lactosuero y 1 % de pulpa liofilizada de pitahaya) representa una aceptabilidad significativa que corrobora investigaciones menores porcentajes de lactosuero en bebidas fermentadas es de mayor aceptación (Romero y Fajardo, 2015) con la particularidad del sabor del suero que interfiere con aromas e ingredientes (Chavan, Shraddha, Kumar y Nalawade, 2016); el tratamiento 6 (60 % de lactosuero y 2 % de pulpa liofilizada de pitahaya) corrobora el incremento de pulpa liofilizada de una fruta mejora el sabor y su aceptación (Martínez y Tinoco, 2018).

La polaridad en los valores de aceptabilidad se debe a que todos los tratamientos evaluados tienen formulaciones notablemente diferentes en cuanto a los niveles de los factores en estudio y, además el hecho de evaluar con catadores no entrenados presenta una menor estabilidad en los resultados sensoriales como lo manifiesta Sanz (2018), contrastados al efectuar una evaluación con catadores entrenados que son más discriminatorios, consistentes y capaces de describir de manera más precisa y concreta sus resultados (Chollet y Valentin, 2001).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La aplicación del 2 % de pulpa liofilizada de pitahaya mejoró las características físico-químicas, contenido de fenoles y capacidad antioxidante de la bebida fermentada; el lactosuero no influyó en las propiedades estudiadas, excepto sobre los sólidos solubles.
- Se obtuvo un producto potencial para una bebida funcional con la pulpa de pitahaya liofilizada debido a que el contenido de fenoles y capacidad antioxidante son inferiores en comparación a otras bebidas funcionales fermentadas.
- Se demostró que la incorporación de pulpa liofilizada de pitahaya a la bebida láctea fermentada incrementa levemente los fenoles totales y capacidad antioxidante.
- Los tratamientos 1 y 6 resultaron sensorialmente los más agradables, a pesar que incluyeron los niveles más bajos y más altos de las dosis de pulpa liofilizada de pitahaya y lactosuero dulce respectivamente; probablemente este comportamiento se deba a que se utilizaron catadores no entrenados

5.2. RECOMENDACIONES

- El 2 % de pulpa liofilizada de pitahaya demostró brindar las mejores características funcionales en la bebida, por lo que futuras investigaciones podrían trabajar con porcentajes mayores de pulpa liofilizada de pitahaya.

- El presente trabajo abre las posibilidades al estudio de la bebida con estabilizantes y aditivos estipulados en la Norma Técnica Ecuatoriana y el Codex Alimentarius.
- Realizar pruebas sensoriales con catadores entrenados con la finalidad de evitar la variabilidad de los resultados.
- Los valores obtenidos en la viscosidad del presente trabajo, pueden ser tomados a consideración para ser incluidos como parámetros en la Norma para bebidas de leche fermentada (NTE INEN 2608:2012).

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, D., Jaimes, J., & Espitia, C. (2015). Efecto de la Adición de Lactosuero al Queso Costeño Amasado. *Información Tecnológica*, 26(2), 11-16.
- Alcántara, Y., & Ruiz, J. (2015). Cinética de la degradación de compuestos fenoles y antocianinas en una bebida funcional a base de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.). *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 2(2), 7-7.
- Alfaro, S. (2019). Diseño de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de pulpa de mango (*Mangifera indica* L.), noni (*Morinda citrifolia*) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) (Tesis doctoral). Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Lima, Perú.
- Alimentarius, Codex. (2003). Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas frescas. CAC/RCP, 53, 26.
- Alvídrez, A., Gonzales, B., & Jiménez, Z. (2002). Tendencia en la producción de alimentos: Alimentos funcionales. *Salud Pública y nutrición*, 3(3), 1-6.
- Andia, S. (2017). Elaboración y control de calidad de un yogurt con propiedades antioxidantes a base de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*). (Tesis de pregrado). Universidad Alas Peruanas, Arequipa, Arequipa, Perú.
- Araujo, A., Monsalve, L., & Quintero, A. (2013). Aprovechamiento del lactosuero como fuente de energía nutricional para minimizar el problema de contaminación ambiental. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 4(2), 55-65.
- Araya, H., Clavijo, C., & Herrera, C. (2006). Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 56(4), 361-365.
- Astaiza, M., Ruíz, L., & Elizalde, A. (2010). Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinoa* wid) y anahoria (*Daucus carota*). *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 8(1), 43-53.
- Ayala, A., Serna, L., & Mosquera, E. (2010). Liofilización de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). *Vitae*, 17(2), 121-127.
- Balois, R., Colinas, M., Peña, C., Chávez, S., & Alia, I. (2007). Sistema de estrés oxidativo, fenoles-polifenol oxidasa-peroxidasa, de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) almacenados con frío. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 13(2), 115-120.
- Balthazar, C., Pimentel, T., Ferrão, L., Almada, C., Santillo, A., Albenzio, M., & Freitas, M. (2017). Sheep milk: physicochemical characteristics and relevance for functional food development. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 16(2), 247-262.
- Bermeo, B., & Salvatierra, J. (2018). *Evaluación de los resultados de las variables de comportamiento organizacional en empresas comercializadoras de*

productos lácteos de la provincia de Manabí. Calceta, Manabí, Ecuador: ESPAM. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/824/1/TAE125.pdf>

- Botero, M., Ricaurte, S., Molsalve, C., & Rojano, B. (2007). Capacidad reductora de 15 frutas tropicales. *Scientia et Technica*, 1(33), 295-296.
- Brito, H., Santillán, A., Arteaga, M., Ramos, E., & Rincon, A. (2015). Aprovechamiento del suero de leche como bebida energizante para minimizar el impacto ambiental. *European Scientific Journal*, 11(26), 257-268.
- Burgain, J., Gaiani, C., Linder, M., & Scher, J. (2011). Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications. *Journal of food engineering*, 104(4), 467-483.
- Cagigas, A., & Blanco, J. (2002). Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. *Revista Cubana Alimentos Nutritivos*, 16(1), 63-68.
- Cajamarca, J. (2017). *Elaboración de una bebida fermentada baja en calorías a partir del suero dulce obtenido como subproducto en la elaboración de queso fresco con bifidum bacterium saborizada con durazno* (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Calañas, A., & Bellido, D. (2006). Bases científicas de una alimentación saludable. *Revista Médica Universidad de Navarra*, 50(4), 7-14.
- Calderón, A., Torres, P., & Pretel, O. (2020). Efecto del extracto hidroalcohólico de *Terminalia catappa* L.(Combretaceae) sobre radicales libres inducidos en cerebro de rata. *The Biologist*, 11(2).
- Cañizares, A., Bonafine, O., Laverde, D., Rodríguez, R., & Méndez, J. (2009). Caracterización química y organoléptica de néctares a base de frutas de lechosa, mango, parchita y lima. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(1), 74-79.
- Castillo, Y. M. (2014). *Evaluación de la inclusión del asai (Euterpe precatoria Mart) en el desarrollo de una bebida funcional. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA)* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Centurión, A., Solís, S., Saucedo, C., Báez, R., & Sauri, E. (2008). Cambios fisicoquímicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. *Fitotec*, 31(1), 1-5.
- Chavan, R., Shraddha, R., Kumar, A., & Nalawade, T. (2015). Whey Based Beverage: Its Functionality, Formulations, Health Benefits and Applications. *Food Process & Technology*, 6(10), 1-8.
- Chollet, S., & Valentin, D. (2001). Impact of training on beer flavor perception and description: are trained and untrained subjects really different?. *Journal of Sensory studies*, 16(6), 601-618.

- Colina, J., Guerra, M., Guilarte, D., & Alvarado, C. (2012). Polyphenols content and antioxidant capacity in beverages made with panela. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 62(3), 303-310.
- Coltro, N. (2002). Elaboración y uso de una bebida análoga de leche con base en lactosuero (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Zamorano, Honduras.
- Contreras, J. (1995). *Alimentación y cultura: necesidades, gustos y costumbres*. Universitat de Barcelona. Barcelona, Barcelona, España.
- Cortés, M., Chiralt, A., & Puente, L. (2005). Alimentos funcionales: Una historia con mucho presente y futuro. *Vitae*, 12(1), 5-14.
- Daza, L. H., Murillo, E., & Mendez, J. (2014). Evaluación de propiedades antioxidantes de parte comestible y no comestible de pitahaya, uchuva y mangostino. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(1), 98-105.
- De Paula, C., Martínez, A., & Nunez, M. (9 de enero de 2014). Evaluación sensorial de una bebida deslactosada y fermentada a partir de lactosuero adicionada con pulpa de maracuyá. *In Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos (CIBIA 9)*. (pp. 93-100).
- Díaz, F., & Mollinedo, M. (2017). *Actividad antioxidante del extracto etanólico del mesocarpio del fruto de Hylocereus undatus "pitahaya" e identificación de los fitoconstituyentes* (Tesis de pregrado). Universidad Wiener, Lima, Perú.
- Dominguez, D. (2010). *Actividad antioxidante en hoja y corteza de Pichirina colorada (Vismia cayennensis), automatización y aplicación en una bebida funcional* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.
- Echavarría, B., Franco, A., & Martínez, A. (2009). Evaluación de la actividad antioxidante y determinación del contenido de compuestos fenólicos en extractos de macroalgas del caribe colombiano. *Vitae*, 16(1), 126-131.
- El Comercio. (2018). *Industria usa el 10% del suero de la leche que se produce en el país*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/industria-suero-leche-produccion-ecuador.html>
- Esquivel, P., & Araya, Y. (2012). Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* spp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3(1), 113-129.
- Esquivel, P., Stintzing, F., & Carle, R. (2007a). Comparison of morphological and chemical fruit traits from different pitaya genotypes (*Hylocereus* sp.) grown in Costa Rica. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 81(1), 7.
- Esquivel, P., Stintzing, F. C., & Carle, R. (2007b). Phenolic compound profiles and their corresponding antioxidant capacity of purple pitaya (*Hylocereus* sp.) genotypes. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 62(9-10), 636-644.

- FAO (Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura). (Julio de 2003). *Norma del Codex para leches fermentadas*. Recuperado el 30 de agosto de 2019 de http://www.fao.org/input/download/standards/400/CXS_243s.pdf
- Fernández, C., Martínez, E., Morán, A., & Gómez, X. (2016). Procesos biológicos para el tratamiento de lactosuero con producción de biogás e hidrógeno. *Revista ION*, 29(1), 47-62.
- Figuroa, R., Tamayo, J., Gonzales, S., Moreno, G., & Vargas, L. (2011). Actividad antioxidante de antocianinas presentes en cáscara de pitahaya. *Revista Iberoamericana Postcosecha*, 12(1), 44-50.
- Fijan, S. (2014). Microorganisms with claimed probiotic properties: an overview of recent literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11, 4745-4767.
- Flores, J., & García, M. (2016). *Perfil fitoquímico y actividad antioxidante de extractos de pitahaya (Hylocereus undatus)*. Obtenido de <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/992/631>
- Floegel, A., Kim, D. O., Chung, S. J., Koo, S. I., & Chun, O. K. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of food composition and analysis*, 24(7), 1043-1048.
- Gabas, A., Telis, V., Sobral, P., & Telis, J. (2007). Effect of maltodextrin and arabic gum in water vapor sorption thermodynamic properties of vacuum dried pineapple pulp powder. *Journal of Food Engineering*, 82(2), 246-252.
- García, A., & Pacheco, E. (2010). Evaluación de de una bebida láctea instantánea a base de harina de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) con la adición de ácido fólico. *Revista chilena de nutrición*, 37(4), 480-492.
- García, L., Salinas, Y., & Valle, S. (2012). Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitahaya de mayo (*Stenocereus griseus*). *Fitotec*, 35(3), 1-5.
- Garmendia, G., & Vero, S. (2006). Métodos para la desinfección de frutas y hortalizas. *Horticultura*, 197, 18-27.
- Genskowsky, E., Puente, L. A., Pérez, J. A., Fernández, J., Muñoz, L. A., & Viuda-Martos, M. (2016). Determination of polyphenolic profile, antioxidant activity and antibacterial properties of maqui [*Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz] a Chilean blackberry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(12), 4235-4242.
- GeoHack. (2019). *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí*. Obtenido de https://tools.wmflabs.org/geohack/geohack.php?language=es&pagename=Escuela_Superior_Polit%C3%A9cnica_Agropecuaria_de_Manab%C3%AD¶ms=-0.8264577_N_-80.1862623_E_type:edu.

- GeoHack. (2019). *Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí*. Obtenido de https://tools.wmflabs.org/geohack/geohack.php?language=es&pagename=Universidad_Laica_Eloy_Alfaro_de_Manab%C3%AD¶ms=-0.95274_N_-80.745177_E_type:edu.
- Gerhardt, A., Monteiro, B., Gennari, A., Lehn, D., & Souza, C. (2013). Características físico-químicas e sensoriais de bebidas lácteas utilizando soro de ricota e colágeno hidrolisado. *Rev. Inst. Latic. "Cândido Tostes"*, 390(68), 41-50.
- Gil, J. (2018). *Evaluación de modificadores reológicos en una formulación de shampoo como alternativa al uso de cloruro de sodio* (Tesis de maestría). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Glew, R. H., Ayaz, F. A., Millson, M., Huang, H. S., Chuang, L. T., Sanz, C., & Golding, J. B. (2005). Changes in sugars, acids and fatty acids in naturally parthenocarpic date plum persimmon (*Diospyros lotus* L.) fruit during maturation and ripening. *European Food Research and Technology*, 221(1-2), 113-118.
- Granato, D., Branco, G., Cruz, A., Faria, J., & Shah, N. (2010). Probiotic dairy products as functional foods. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 9(5), 455-470.
- Guerra, J. (2001). Oxidación, entre la vida y la enfermedad. *Anales de medicina interna*, 18(1), 1-4.
- Guevara, C. (2010). *Utilización de 4 niveles de pulpa de pitahaya en la elaboración de una bebida a base de lactosuero* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
- Guija, H., Guija, E., Ponce, J., Inocente, M., & Camarena, L. (2018). Generación de radicales libres por efecto de vitamina C sobre un jarabe antianémico de sulfato ferroso. *Horizonte Médico (Lima)*, 18(4), 35-41.
- Gutteridge, J. M., & Halliwell, B. (2018). Mini-review: oxidative stress, redox stress or redox success?. *Biochemical and biophysical research communications*, 502(2), 183-186.
- Hernández, M., & Vélez, J. (2014). Suero de leche y su aplicación en la elaboración de alimentos funcionales. *Temas Selectos de Ingeniería en Alimentos*, 8(2), 13-22.
- Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M., Coronel, D., Verdugo, K., & Coba, P. (2014). Desarrollo de la pitahaya (*Cereus* spp.) en Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 22(2), 50-58.
- Inda Cunningham, A. E. (2000). *Optimización de rendimiento y aseguramiento de inocuidad en la industria de quesería: una guía para la pequeña y mediana empresa*. OEA, Washington (EUA).

- INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización). (Febrero de 2011). *Suero de leche líquido. Requisitos*. Recuperado el 14 de agosto de 2020 de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2594.pdf>
- INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización). (Marzo de 2012). *Bebida de leche fermentada. Requisitos*. Recuperado el 30 de agosto de 2019 de <https://ia801901.us.archive.org/8/items/ec.nte.2608.2012/ec.nte.2608.2012.pdf>
- INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización). (Noviembre de 2012). *Leche. Determinación de la acidez titulable*. Recuperado el 30 de agosto de 2019 de https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_13-1-C.pdf
- INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización). (Septiembre de 2013). *Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos*. Recuperado el 25 de abril de 2020 de <https://archive.org/stream/ec.nte.2337.2008#page/n5/mode/2up>
- INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización). (Septiembre de 2013). *Productos vegetales y de frutas– Determinación de pH*. Recuperado el 30 de agosto de 2019 de https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_iso_1842_extracto.pdf
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (Octubre de 2014). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición*. Recuperado el 29 de agosto de 2019 de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/MSP_ENSANUT-ECU_06-10-2014.pdf
- Integrated Taxonomic Information System. (2011). *Hylocereus costaricensis taxonomy*. Obtenido de https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=503101#null
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC. Norma Técnica Colombiana NTC 3554, Frutas frescas. Pitahaya amarilla. 1996.
- Jeličić, I., Božanić, R., & Tratnik, L. (2008). Whey based beverages-new generation of dairy products. *Mljekarstvo*, 58(3), 257-274.
- Kammerer, D., Claus, A., Carle, R., & Schieber, A. (2004). Polyphenol screening of pomace from red and white grape varieties (*Vitis vinifera* L.) by HPLC-DAD-MS/MS. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(14), 4360-4367.
- Karelovic Martínez, F. I. (2012). *Influencia del método de congelamiento en el daño micro-estructural de arándanos liofilizados* (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile.
- Kim, HJ., Choi, HK., Moon, JY., Kim, YS., Mosaddik, A., & Cho, SK. (2011). Comparative antioxidant and antiproliferative of red and White pitahayas and their correlation with flavonoid and polyphenol content. *Journal of Food Science*, 76(1), 38-45.

- Kochi, A., Pretell, R., & Ynouye, J. (2017). *Producción y comercialización de suplementos proteicos concentrados de suero de leche enriquecidos con quinua y kiwicha* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú., Lima, Perú.
- Kuehl, R. O. (2001). Diseño de experimentos: *Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*.
- Kuskoski, M., Asuero, A., & García, M. (2004). Actividad antioxidante de pigmentos antociánicos. *Ciênc. Tecnol. Aliment*, 24(4), 691-693.
- Leynard, M. (2013). *Diseño y simulación de un liofilizador de platos conductores a escala piloto para deshidratar alimento* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú.
- Linares, G., Díaz, L., Haro, R., Puelles, J., Arana, L., Retto, P., & Ricce, C. (2014). 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*, 4(2), 65-73.
- Llacuna, L., & Mach, N. (2012). Papel de los antioxidantes en la prevención del cancer. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 16(1), 16-24.
- Londoño, M., Sepúlveda, J., Hernández, A., & Parra, J. (2008). Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Revista Facultad Nacional Agronómica Medellín*, 61(1), 4409-4421.
- Long, H., Ting, H., Farrar, S., Limbao, J., Tianyu, L., & Xi, M. (2017). Antioxidants maintain cellular redox homeostasis by elimination of reactive oxygen species. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 44(2), 532-553.
- López, A. L. (2015). Diseño y evaluación preliminar de una mezcla óptima a base de extractos de maracuyá (*Passiflora edulis*) con moringa (*moringa oleifera*) para la obtención de una bebida funcional (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Machala. Machala, El Oro, Ecuador.
- López, R., Becerra, M., & Borrás, L. (2018). Caracterización físico-química y microbiológica del lactosuero del queso Paipa. *Ciencia y Agricultura*, 15(2), 99-106.
- Lovera, Y. (2015). *Estudio de la Viabilidad de Bifidobacterium bifidum en Yogurt Batido con de adición Miel de Ulmo* (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Martinez, F., Balciunas, E., Converti, A., Cotter, P., & de Souza Oliveira, R. (2013). Bacteriocin production by Bifidobacterium spp. A review. *Biotechnology advances*, 31(4), 482-488.
- Martínez, M., & Tinoco, A. (2018). *Desarrollo de una bebida láctea fermentada con poder antioxidante elaborada con polvo orgánico liofilizado de maqui (Aristotelia chilensis)* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Guayas, Ecuador.

- Metro Ecuador. (2019). *Gobierno prohíbe comercializar suero líquido de leche*. Obtenido de <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2019/09/21/gobierno-prohibe-comercializar-suero-leche-liquido.html>
- Miranda, O., Fonseca, P., Ponce, I., Cedeño, C., Sam Rivero, L., & Marti, L. (2014). Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de leche que incorpora *lactobacillus acidophilus* y *streptococcus thermophilus*. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 24(1), 7-16.
- Mocanu, G. D., Botez, E., Nistor, O. V., & Andronoiu, D. G. (2011). Characterization of probiotic yoghurt obtained with medicinal plant extracts and modelling of bacteria cell growth during its production. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 17, 65-71.
- Mocanu, G. D., Rotaru, G., Botez, E., Vasile, A., Gítin, L., Andronoiu, D., & Nistor, O. (2009). "SENSORIAL CHARACTERISTICS AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF PROBIOTIC PRODUCT" CATINOLACT". The Annals of the University of Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI. *Food Technology*, 32, 64.
- Molina, R., Clemente, E., Scapim, M., & Vagula, J. (2014). Physical evaluation and hygroscopic behavior of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) lyophilized pulp powder. *Drying Technology*, 32(16), 2005-2011.
- Montesdeoca, R. R., & Piloso, K. (2020). Evaluación fisicoquímica del lactosuero obtenido del queso fresco pasteurizado producido en el taller de procesos lácteos en la Espam "MFL". *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 10(1), 2-10.
- Moraga, G., Martínez, N., & Chiralt, A. (2004). Water sorption isotherms and glass transition in strawberries: influence of pretreatment. *Journal of Food Engineering*, 62(4), 315-321.
- Moraga, G., Martínez, N., & Chiralt, A. (2006). Water sorption isotherms and phase transitions in kiwifruit. *Journal of Food Engineering*, 72(2), 147-156.
- Morales, A., & Vivas, Y. (2015). Evaluación de la actividad antioxidante de una bebida refrescante a base de lactosuero adicionada con pulpa de curuba (*Passiflora Mollissima Bailey*), durante su almacenamiento (Tesis de pregrado). Universidad de La Salle, Bogotá, Bogotá, Colombia.
- Mosquera, L., Moraga, G., & Martínez, N. (2010). Effect of maltodextrin on the stability of freeze-dried borjój (*Borojoa patinoi* Cuatrec.) powder. *Journal of Food Engineering*, 97(1), 72-78.
- Motta, Y., & Mosquera, M. (2015). Aprovechamiento del lactosuero y sus componentes como materia prima en la industria de alimentos. *@LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA*, 13(1), 81-91.

- Nathan, C., & Cunningham, A. (2013). Beyond oxidative stress: an immunologist's guide to reactive oxygen species. *Nature Reviews Immunology*, 13(5), 349-361.
- Ochoa, C., García, V., Luna, J., Luna, M., Hernández, P., & Guerrero, J. (2012). Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus* spp). *Scientia Agropecuaria*, 3(4), 279-289.
- Olagnero, G., Abad, A., Bendersky, S., Genevois, C., Granzella, L., & Montonati, M. (2007). Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *Diaeta*, 25(121), 20-33.
- Oliveira, F., Figueirêdo, R., & Melo Queiroz, A. (2006). Análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulada e em pó. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 8(1), 25-33.
- Oliveira, G., Corrêa, P., Araujo, E., Valente, D., & Botelho, F. (2010). Desorption isotherms and thermodynamic properties of sweet corn cultivars (*Zea mays* L.). *International Journal of Food Science & Technology*, 45(3), 546-554.
- Optronic, K. R. U. S. S. (2013). Refractómetro–Medición Brix en la industria de bebidas y zumos. Obtenido de Kruss Optronic: https://www.kruess.com/documents/Applikationsberichte/AP130710_001_Medicion_Brix_en_la_industria_de_bebidas_ES.pdf.
- Organización Mundial de Gastroenterología. (Febrero, 2017). *Probióticos y prebióticos*. Recuperado el 18 de mayo de 2019 de <https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-and-prebiotics-spanish-2017.pdf>
- Orjuela, J. (2017). *Obtención de una bebida funcional instantánea a base de hierba mate y cassis, con alto contenido de antioxidantes y buena palatabilidad* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Orrego, A. C. (2008). *Congelación y liofilización de alimentos*. Caldas, Colombia: Gobernación de Caldas.
- Ortega, S. C, & Guerrero, J. A. (2012). Propiedades funcionales de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 6(2), 47-63.
- Ortiz, J. (2019). *Utilización de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) y muña (*minthostachys mollis*) para la elaboración de una bebida funcional* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Chimborazo, Ecuador
- Palzer, S., Dubois, C., & Gianfrancesco, A. (2012). Generation of product structures during drying of food products. *Drying Technology*, 30(1), 97-105.

- Parra, H., & Adolfo, R. (2009). Lactosuero: Importancia en la industria de los alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 62(1), 4967-4982.
- Pasquel Vásquez, E. A. (2016). *Evaluación de métodos de deshidratación en pitahaya (Selenicereus megalanthus), para el aprovechamiento de fruta que no reúne estándares de exportación en fresca* (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito, Pichincha, Ecuador.
- Pérez, L., Soazo, M., David, M., Rubiolo, A., & Verdini, R. (2012). Actividad antimicrobiana de películas comestibles elaboradas a base de proteínas del lactosuero y glicerol incorporadas con sales orgánicas. *Inocuidad*, 16(178), 56-61.
- Picard, C., Fioramonti, J., Francois, A., Robinson, T., Neant, F., & Matuchansky, C. (2005). Bifidobacteria as probiotic agents – physiological effects and clinical benefits. *Aliment Pharmacol Ther*, 22, 495–512.
- Pons, I., García, O., Contreras, J., & Acevedo, I. (2009). Elaboración y evaluación de las características sensoriales de un yogurt de leche caprina con jalea semifluida de piña. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(2), 442-448.
- Prasanna, P., Grandinso, A., & Charalampopoulos, D. (2014). Bifidobacteria in milk products: An overview of physiological and biochemical properties, exopolysaccharide production, selection criteria of milk products and health benefits. *Food Research International*, 55, 247-262.
- Rabia, A., & Nagendra, S. (2014). Immune system stimulation by probiotic microorganisms. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(7), 938-956.
- Ramírez, J. (2011). Aprovechamiento industrial de lactosuero mediante procesos fermentativos. *Revista Especializada en Ingeniería de Procesos en Alimentos y Biomateriales*, 6, 69-83.
- Ramírez, J. (2015). *Diseño de procesos en Industria Láctea: Transformación de lactosuero*. Cali: Libros Editorial UNIMAR.
- Ramírez, A., & Ruiz, J. (2014). Elaboración de yogurt firme bajo en calorías con inulina y harina de guayaba (*Psidium guajava* L.) como saborizante. *Rev Fac Agron (LUZ)*, 31, 233-252.
- Rasic, J., & Kurmann, J. (1978). Yoghurt. Scientific grounds, technology, manufacture and preparations. *Yoghurt. Scientific grounds, technology, manufacture and preparations*.
- Rodríguez, D., & Hernández, A. (2016). Desarrollo de una bebida fermentada de suero con la adición de jugo de aloe vera y pulpa de fruta. *Tecnología Química*, 37(1), 40-50.
- Rodríguez, D., Rodríguez, J. L., & Hernández, A. (2019). Bebida de suero fermentado con la adición de jugo de sábila (*Aloe vera* L.) y pulpa de mora

- (*Rubus glaucus* Benth) con características probióticas. *Tecnología Química*, 39(2), 301-317.
- Rodríguez, T., & Boumba, A. (2011). Utilización del suero de queso en helado. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 21(3), 9-12.
- Rojas, W., Chacón, A., & Pineda, M. (2007). Características del yogurt batido de fresa derivadas de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra. *Agronomía mesoamericana*, 18(2), 221-237.
- Rolim, P. M. (2015). Development of prebiotic food products and health benefits. *Food Science and Technology*, 35(1), 3-10.
- Romero, G., & Fajardo, M. (2016). *Uso de suero para la obtención de bebida láctea fermentada* (Tesis doctoral). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Saad, N., Delattre, C., Urdaci, M., Schmitter, J. M., & Bressollier, P. (2013). An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. *LWT-Food Science and Technology*, 50(1), 1-16.
- Saavedra, J. (2011). Probióticos, inmunidad y salud en pediatría. *Gaceta Médica de México*, 147(1), 9-21.
- Salamanca, G., Osorio, M., & Montoya, L. (2010). Elaboración de una bebida funcional de alto valor biológico a base de borojó (*Boroja patinoi* Cuatrec). *Revista Chilena de Nutrición*, 37(1), 87-96.
- Sánchez, N., Sepúlveda, J., & Rojano, B. (2013). Desarrollo de una bebida láctea con extractos de Curuba (*Passiflora Mollissima bailey*) como antioxidante natural. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 164-173.
- Sánchez, W., Cortez, J., Solano, M., & Vidaurre, J. (2015). Cinética de degradación térmica de betacianinas, betaxantinas y vitamina C en una bebida a base de jugo de remolacha (*Beta vulgaris* L.) y miel de abeja. *Scientia Agropecuaria*, 6(2), 111-118.
- Santillan, A., Menéndez, M., & Vélez, J. (2014). Productos lácteos funcionales, fortificados y sus beneficios en la salud humana. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 8(1), 5-14.
- Sanz, E. (2018). *Comparación de metodologías bidimensionales en análisis sensorial* (Tesis de maestría). Universidad de Valladolid, Valladolid, Valladolid, España.
- Sen, S., & Chakraborty, R. (2011). The role of antioxidants in human health. In *Oxidative stress: diagnostics, prevention, and therapy* (pp. 1-37). *American Chemical Society*.
- Sepúlveda, J., Flores, L., & Peña, C. (2002). Utilización de lactosuero de queso fresco en la elaboración de una bebida fermentada con adición de pulpa maracuyá (*Passiflora edulis*) variedad púrpura y carbóximetil celulosa

- (cmc), enriquecida con vitaminas A y D. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 55(2),1633-1674.
- Shahidi, F., Janitha, P., & Wanasundara, P. (1992). Phenolic antioxidants. *Critical reviews in food science & nutrition*, 32(1), 67-103.
- Shiby, V., & Mishra, H. (2013). Fermented milks and milk products as functional foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 482-496.
- Sienkiewicz, T., & Riedel, C. L. (1990). Whey and whey utilization: possibilities for utilization in agriculture and foodstuffs production, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer, Germany.
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2018). Phenolic compounds as beneficial phytochemicals in pomegranate (*Punica granatum L.*) peel: A review. *Food chemistry*, 261, 75-86.
- Silva, O., Andrade, C., Martins, C., Pereira, S., Neumann, D., & Ronaldo, L. (2014). Bebida láctea fermentada formulada com *Camellia sinensis*. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 32(2), 289-304.
- Singleton, V., & Rossi, J. (1965). Colorimetry of totalphenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(1), 144-158.
- Smithers, G. W. (2008). Whey and whey proteins—from 'gutter-to-gold'. *International Dairy Journal*, 18(7), 695-704.
- Sousa, A., Soares, E., Lopes, M., Rodrigues, P., Rodrigues, S., & Nascimento, R. (2013). Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de bebida láctea fermentada elaborada com diferentes estabilizantes. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 34(1), 209-226.
- Stefanov, I., Vlaeminck, B., & Fievez, V. (2010). A novel procedure for routine milk fat extraction based on dichloromethane. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 852–855.
- Stintzing, F. C., & Carle, R. (2006). Cactus fruits-more than colour. *Fruit Processing*, 16, 166-171.
- Szeto, Y., Chu, W., & Benzie, I. (2006). Antioxidants in fruits and vegetables: a study of cellular availability and direct effects on human DNA. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 0608310065-0608310065.
- Tarín, M. (2015). *Evaluación de la calidad funcional de extractos de mora y fresa liofilizada* (Tesis doctoral). Universitat Politècnica de València, Valencia, Valencia, España.
- Terán, J. (2019). *Análisis de mercado de la leche en Ecuador: factores determinantes y desafíos* (Tesis de maestría). Universitat Politècnica de València, Valencia, Valencia, España.

- Tewari, D., Stankiewicz, A. M., Mocan, A., Sah, A. N., Tzvetkov, N. T., Huminiecki, L., Horbanczuk, J. O., & Atanasov, A. G. (2018). Ethnopharmacological approaches for dementia therapy and significance of natural products and herbal drugs. *Frontiers in aging neuroscience*, 10, 3.
- Tipán, M. (2015). *Elaboración de una bebida energizante a base de lactosuero en la pasteurizadora Quito S.A* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Pichincha, Ecuador.
- Van Hung, P. (2016). Phenolic compounds of cereals and their antioxidant capacity. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(1), 25-35.
- Vásquez García, E. O. (2012). *Capacidad antioxidante de los extractos acuosos, etanólicos y elaboración de una bebida funcional del tallo de Cashahuasca (Serjanis cf. rubicaulis Benth)* (Tesis de Pregrado). Universidad Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.
- Vega, G. (2012). *Elaboración y Control de Calidad de una bebida a Base de Suero de Leche y Avena (Avena Sativa), para Producoop "El Salinerito"* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba-Chimborazo, Ecuador.
- Wu, L., Hsu, H., Chen, Y., Chiu, C., Lin, Y., & Ho, J. (2006). Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*, 95(2), 319-327.
- Wu, R., Frei, B., Kennedy, J. A., & Zhao, Y., 2010. Effects of refrigerated storage and processing technologies on the bioactive compounds and antioxidant capacities of 'Marion' and 'Evergreen' blackberries. *LWT-Food Science and Technology*, 43(8), 1253-1264.
- Xiang, J., Apea-Bah, F. B., Ndolo, V. U., Katundu, M. C., & Beta, T. (2019). Profile of phenolic compounds and antioxidant activity of finger millet varieties. *Food chemistry*, 275, 361-368.
- Yerlikaya, O. (2014). Starter cultures used in probiotic dairy product preparation and popular probiotic dairy drinks. *Food Science and Technology*, 34(2), 221-229.
- Yeung, A. W., Tzvetkov, N. T., El-Tawil, O. S., Bungău, S. G., Abdel-Daim, M., & Atanasov, A. G. (2019). Antioxidants: scientific literature landscape analysis. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2019.
- Yumisaca, C. (2011). *Desarrollo de Bebidas Nutritivas a Partir de Suero de Leche y Concentrado de Frutas Nativas (Tuna, Pitajaya, Uvilla) no Tradicionales*. (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba- Chimborazo, Ecuador.
- Zamora, Y., Montesdeoca, M., Alcivar, K., & Hidalgo, M. (2018). La gestión productiva agrícola en el sector minorista del cantón Bolívar de la provincia Manabí, Ecuador. *Mikarimin*, 3(3), 43-58.

ANEXOS

ANEXO 1

Anexo 1.A. Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
pH_día0	0,913	18	0,099
pH_día15	0,938	18	0,267
Acidez_día0	0,915	18	0,104
Acidez_día15	0,956	18	0,522
Brix_día0	0,875	18	0,021*
Brix_día15	0,936	18	0,252
Viscosidad_día0	0,968	18	0,763
Viscosidad_día15	0,972	18	0,829
Fenoles_día0	0,918	18	0,118
Fenoles_día15	0,913	18	0,099
Capacidad_antioxidante_día0	0,971	18	0,809
Capacidad_antioxidante_día15	0,953	18	0,470

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de la significación de Lilliefors

Anexo 1.B. Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	gl		Sig.
		gl1	gl2	
pH_día0	5,813	5	12	0,006*
pH_día15	1,394	5	12	0,294
Acidez_día0	1,799	5	12	0,188
Acidez_día15	1,228	5	12	0,354
Brix_día0	-	5	12	-
Brix_día15	1,254	5	12	0,345
Viscosidad_día0	1,594	5	12	0,235
Viscosidad_día15	1,231	5	12	0,354
Fenoles_día0	2,555	5	12	0,085
Fenoles_día15	3,137	5	12	0,050
Capacidad_antioxidante_día0	2,310	5	12	0,109
Capacidad_antioxidante_día15	1,863	5	12	0,175

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de la significación de Lilliefors

ANEXO 2

Anexo 2.A. Anova parámetros físico-químicos

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
pH día 15					
% pitahaya (A)	0,023	2	0,011	0,234	0,795
% lactosuero (B)	0,066	1	0,066	1,364	0,265
AxB	0,117	2	0,058	1,206	0,333
Acidez día 0					
% pitahaya (A)	0,002	2	0,001	1,400	0,284
% lactosuero (B)	0,001	1	0,001	1,452	0,251
AxB	0,001	2	0,000	0,368	0,700
Acidez día 15					
% pitahaya (A)	0,08	2	0,004	7,559	0,08*
% lactosuero (B)	0,01	1	0,001	2,108	0,172
AxB	0,01	2	0,000	0,720	0,506
Brix día 15					
% pitahaya (A)	6,179	2	3,089	13,724	0,01*
% lactosuero (B)	4,332	1	4,332	19,242	0,01*
AxB	1,293	2	0,646	2,871	0,096
Viscosidad día 0					
% pitahaya (A)	29,735	2	14,868	11,209	0,02*
% lactosuero (B)	1,130	1	1,130	0,852	0,374
AxB	0,24	2	0,012	0,009	0,991
Viscosidad día 15					
% pitahaya (A)	27,624	2	13,812	9,089	0,004*
% lactosuero (B)	1,389	1	1,389	0,914	0,358
AxB	0,673	2	0,336	0,221	0,805

* Significancia

Anexo 2.B. Anova parámetros de fenoles totales y capacidad antioxidantes

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Fenoles día 0					
% pitahaya (A)	6,484	2	3,242	93,707	0,000*
% lactosuero (B)	0,004	1	0,004	0,126	0,729
AxB	0,138	2	0,009	1,989	0,179
Fenoles día 015					
% pitahaya (A)	6,273	2	3,136	101,792	0,000*
% lactosuero (B)	0,004	1	0,004	0,141	0,713
AxB	0,120	2	0,060	1,942	0,186
Act. Antioxidante día 0					
% pitahaya (A)	0,306	2	0,0005	38,325	0,000*
% lactosuero (B)	0,0005	1	0,011	0,93	0,913
AxB	0,23	2	0,004	2,837	0,098
Actividad Antioxidante día 15					
% pitahaya (A)	0,203	2	0,101	36,390	0,000*
% lactosuero (B)	0,003	1	0,003	0,964	0,346
AxB	0,015	2	0,008	2,733	0,105
					* Significancia

ANEXO 3

RESUMEN DE PRUEBA DE HIPÓTESIS

Anexo 3.A. Pruebas no paramétricas categoría porcentaje de pitahaya

	Hipótesis nula	Test	Sig	Decisión
1	La distribución de pH_día 0 es la misma entre las categorías de porcentaje_pitahaya	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,031*	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de °Brix_día 0 es la misma entre las categorías de porcentaje_pitahaya	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,016*	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.				

Anexo 3.B. Pruebas no paramétricas categoría porcentaje de lactosuero

	Hipótesis nula	Test	Sig	Decisión
1	La distribución de pH_día 0 es la misma entre las categorías de porcentaje_lactosuero	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,825	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de °Brix_día 0 es la misma entre las categorías de porcentaje_lactosuero	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,232	Retener la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.				

Anexo 3.C. Pruebas no paramétricas categoría tratamientos

	Hipótesis nula	Test	Sig	Decisión
1	La distribución de pH_día 0 es la misma entre las categorías de tratamientos	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,082	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de °Brix_día 0 es la misma entre las categorías de tratamientos	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,045*	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.				

ANEXO 4

SUBCONJUNTOS HOMOGÉNEOS

Anexo 4.A. Subconjuntos homogéneos basados en pH_día 0 categoría porcentaje de pitahaya

		Subconjunto	
		1	2
Muestra ¹	2%	5,583	
	1,5%	9,250	9,250
	1%		13,667
Probar estadística		2,857	3,718
Sig. (prueba de 2 caras)		0,091	0,054
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		0,091	0,054
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.			
¹ Cada casilla muestra el rango de media de muestras de pH_día 0.			

Anexo 4.B. Subconjuntos homogéneos basados en Brix_día 0 categoría porcentaje de pitahaya

		Subconjunto	
		1	2
Muestra ¹	1%	5,167	
	1,5%	9,333	9,333
	2%		14,000
Probar estadística		2,847	3,415
Sig. (prueba de 2 caras)		0,092	0,065
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		0,092	0,065
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.			
¹ Cada casilla muestra el rango de media de muestras de Brix_día 0.			

Anexo 4.C. Subconjuntos homogéneos basados en Brix_día 0 interacción AxB

		Subconjunto	
		1	2
Muestra¹	T1	2,000	
	T3	7,333	7,333
	T2	8,333	8,333
	T4	11,333	11,333
	T6		13,333
	T5		14,667
Probar estadística		7,527	5,987
Sig. (prueba de 2 caras)		0,057	0,200
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		0,084	0,200
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0,05.			
¹ Cada casilla muestra el rango de media de muestras de Brix_día 0.			

ANEXO 5



TEST DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE BEBIDA FERMENTADA

Frente a usted tiene 6 muestras diferentes de bebidas fermentadas a base de pitahaya, con un código de tres dígitos. La escala a utilizar es de 1 a 5 puntos (1 = no me gusta; 2 = me gusta poco; 3= me es indiferente; 4= me gusta; 5 = me gusta mucho), para medir la característica sensorial marque con una X, según lo considere usted mejor.

Código	PUNTUACIÓN				
	No me gusta	Me gusta poco	Me es indiferente	Me gusta	Me gusta mucho
535					
426					
758					
947					
862					
213					

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS

ANEXO 6

Anexo 6.A. Certificación de análisis de laboratorio “Pulpa de pitahaya”



Lab. De Análisis

Facultad Ciencias Agropecuarias

Manta 26 de febrero del 2020

A Quien Corresponda

Ciudad. -

CERTIFICO: Que los análisis presentados en este informe corresponden al Ing. **Díaz Campozano Edison Geovanny C.I. 131283182-7**, Estudiante de Posgrado 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: (Acidez titulable, ° Brix, pH, Fenoles Totales y Capacidad Antioxidante en muestras de pitahaya), dichos análisis corresponden al proyecto “**INFLUENCIA DE LA PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) LIOFILIZADA Y LACTOSUERO EN LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS, ANTIOXIDANTES Y SENSORIALES DE UNA BEBIDA FERMENTADA**”.

Acidez titulable (%)				
Muestra	Repeticiones			Método de ensayo
Pulpa Grado 3	R1	R2	R3	
a1	0,62	0,51	0,66	16.267 AOAC 2000
Pulpa Grado 4	R1	R2	R3	
a2	0,48	0,40	0,49	16.267 AOAC 2000

°Brix				
Muestra	Repeticiones			Método de ensayo
Pulpa Grado 3	R1	R2	R3	
a1	11,55	12,78	13,03	AOAC 22.024 (1990)
Pulpa Grado 4	R1	R2	R3	
a2	14,09	13,88	12,77	AOAC 22.024 (1990)

pH				
Muestra	Repeticiones			Método de ensayo
Pulpa Grado 3	R1	R2	R3	
a1	4,01	4,13	3,98	973.41 AOAC 2005
Pulpa Grado 4	R1	R2	R3	
a2	5,33	5,89	5,01	973.41 AOAC 2005

Atentamente,

Ing. Marlon Castro Garza

Téc. Responsable de Lab. de Investigaciones de Lácteos

Téc. Responsable de Lab. de Investigaciones de Alimentos




www.uleam.edu.ec

Fenoles Totales (mgGEA/100mL)				
Muestra	Repeticiones			Método de ensayo
Pulpa Grado 3	R1	R2	R3	
a1	47,70	43,01	45,89	Singleton et al. (1999)
Pulpa Grado 4	R1	R2	R3	
a2	38,91	42,08	40,15	Singleton et al. (1999)

Capacidad Antioxidante (mgTEAC/100mL)				
Muestra	Repeticiones			Método de ensayo
Pulpa Grado 3	R1	R2	R3	
a1	32,11	34,80	37,99	Re et al. (1999)
Pulpa Grado 4	R1	R2	R3	
a2	29,87	33,10	34,33	Re et al. (1999)

Atentamente,


 Ing. Marlon Castro García


 Téc. Responsable de Lab. De Tecnología de Lácteos
 Téc. Responsable de Lab. De Tecnología de Alimentos

www.uleam.edu.ec



Anexo 6.B. Certificación de análisis de laboratorio “Bebida día 0”



Lab. De Análisis

Facultad Ciencias Agropecuarias

Manta 26 de febrero del 2020

A Quien Corresponda

Ciudad. -

CERTIFICO: Que los análisis presentados en este informe corresponden al Ing. **Díaz Campozano Edison Geovanny C.I. 131283182-7**, Estudiante de Posgrado 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: (Acidez titulable, ° Brix, pH, Viscosidad, Fenoles Totales y Capacidad Antioxidante en muestras de una bebida fermentada), dichos análisis corresponden al proyecto “INFLUENCIA DE LA PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) LIOFILIZADA Y LACTOSUERO EN LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS, ANTIOXIDANTES Y SENSORIALES DE UNA BEBIDA FERMENTADA”.

Día 0 Acidez titulable (%)				
Muestra	R1	R2	R3	Método de ensayo
T1	0,64	0,63	0,60	16.267 AOAC 2000
T2	0,61	0,65	0,61	16.267 AOAC 2000
T3	0,62	0,60	0,69	16.267 AOAC 2000
T4	0,68	0,66	0,65	16.267 AOAC 2000
T5	0,60	0,64	0,61	16.267 AOAC 2000
T6	0,67	0,65	0,60	16.267 AOAC 2000

Día 0 pH				
Muestra	R1	R2	R3	Método de ensayo
T1	4,24	4,26	4,10	973.41 AOAC 2005
T2	4,27	4,27	4,22	973.41 AOAC 2005
T3	4,20	4,18	4,15	973.41 AOAC 2005
T4	4,15	4,14	4,16	973.41 AOAC 2005
T5	4,10	4,17	4,16	973.41 AOAC 2005
T6	4,11	4,10	4,13	973.41 AOAC 2005

Atentamente,

Ing. Marlon Castro García



Téc. Responsable de Lab. De Tecnologías de Lácteo
Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos

www.uleam.edu.ec

Día 0 °Brix				
Muestra	R1	R2	R3	Método de ensayo
T1	16,30	15,44	16,70	AOAC 22.024 (1990)
T2	17,01	17,50	16,80	AOAC 22.024 (1990)
T3	17,47	17,00	17,00	AOAC 22.024 (1990)
T4	17,20	17,48	17,50	AOAC 22.024 (1990)
T5	17,80	17,98	17,33	AOAC 22.024 (1990)
T6	17,50	17,40	17,61	AOAC 22.024 (1990)

Día 0 Viscosidad (cP)				
Muestra	R1	R2	R3	Método de ensayo
T1	25,11	23,08	24,14	Lab. Investigación de Alimentos ULEAM
T2	22,18	24,96	26,39	Lab. Investigación de Alimentos ULEAM
T3	24,17	26,05	25,11	Lab. Investigación de Alimentos ULEAM
T4	25,74	26,31	24,98	Lab. Investigación de Alimentos ULEAM
T5	27,18	26,33	27,92	Lab. Investigación de Alimentos ULEAM
T6	28,21	27,83	27,00	Lab. Investigación de Alimentos ULEAM


Día 0 Fenoles Totales (mgGEA/100mL)				
Muestra	R1	R2	R3	Método de ensayo
T1	1,78	2,08	1,90	Singleton et al. (1999)
T2	1,85	1,77	1,32	Singleton et al. (1999)
T3	2,44	2,01	2,37	Singleton et al. (1999)
T4	2,28	2,61	2,33	Singleton et al. (1999)
T5	3,26	3,17	3,22	Singleton et al. (1999)
T6	3,20	3,41	3,18	Singleton et al. (1999)

Día 0 Capacidad Antioxidante (mgTEAC/100mL)				
Muestra	R1	R2	R3	Método de ensayo
T1	0,38	0,49	0,44	Re et al. (1999)
T2	0,33	0,39	0,30	Re et al. (1999)
T3	0,55	0,50	0,46	Re et al. (1999)
T4	0,55	0,59	0,51	Re et al. (1999)
T5	0,60	0,81	0,62	Re et al. (1999)
T6	0,75	0,69	0,77	Re et al. (1999)

Atentamente,



Ing. Marlon Castro Garza


 Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Lácteos
 Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos

www.uleam.edu.ec



Anexo 6.C. Certificación de análisis de laboratorio “Bebida día 15



Lab. De Análisis

Facultad Ciencias Agropecuarias

Manta 26 de febrero del 2020

A Quien Corresponda

Ciudad. -

CERTIFICO: Que los análisis presentados en este informe corresponden al Ing. **Díaz Campozano Edison Geovanny C.I. 131283182-7**, Estudiante de Posgrado 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: (Acidez titulable, ° Brix, pH, Viscosidad, Fenoles Totales y Capacidad Antioxidante en muestras de una bebida fermentada), dichos análisis corresponden al proyecto “INFLUENCIA DE LA PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) LIOFILIZADA Y LACTOSUERO EN LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS, ANTIOXIDANTES Y SENSORIALES DE UNA BEBIDA FERMENTADA”.

Día 15 Acidez titulable (%)				
Muestra	R1	R2	R3	Método de ensayo
T1	0,60	0,58	0,60	16.267 AOAC 2000
T2	0,61	0,57	0,61	16.267 AOAC 2000
T3	0,58	0,63	0,64	16.267 AOAC 2000
T4	0,65	0,66	0,64	16.267 AOAC 2000
T5	0,56	0,58	0,60	16.267 AOAC 2000
T6	0,56	0,59	0,62	16.267 AOAC 2000

Día 15 pH				
Muestra	R1	R2	R3	Método de ensayo
T1	4,33	4,25	4,64	973.41 AOAC 2005
T2	4,33	4,99	4,50	973.41 AOAC 2005
T3	4,41	4,30	4,15	973.41 AOAC 2005
T4	4,70	4,55	4,41	973.41 AOAC 2005
T5	4,35	4,80	4,38	973.41 AOAC 2005
T6	4,23	4,57	4,42	973.41 AOAC 2005

Atentamente,

Ing. Marlon Castro García, M.



Téc. Responsable de Lab. De Tecnología de Lácteos
Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos

www.uleam.edu.ec

Día 15 °Brix				
Muestra	R1	R2	R3	Método de ensayo
T1	15,60	16,33	17,01	AOAC 22.024 (1990)
T2	18,00	17,93	17,72	AOAC 22.024 (1990)
T3	17,60	17,00	17,25	AOAC 22.024 (1990)
T4	18,93	18,00	18,22	AOAC 22.024 (1990)
T5	18,11	19,08	18,00	AOAC 22.024 (1990)
T6	18,24	19,00	18,77	AOAC 22.024 (1990)

Día 15 Viscosidad (cP)				
Muestra	R1	R2	R3	Método de ensayo
T1	23,11	22,00	22,45	Lab. Investigación de Alimentos ULEAM
T2	21,18	23,46	25,50	Lab. Investigación de Alimentos ULEAM
T3	22,88	23,51	25,18	Lab. Investigación de Alimentos ULEAM
T4	25,11	23,87	24,98	Lab. Investigación de Alimentos ULEAM
T5	26,08	25,10	26,73	Lab. Investigación de Alimentos ULEAM
T6	27,40	25,54	25,00	Lab. Investigación de Alimentos ULEAM


Día 15 Fenoles Totales (mgGEA/100mL)				
Muestra	R1	R2	R3	Método de ensayo
T1	1,76	2,00	1,90	Singleton et al. (1999)
T2	1,84	1,74	1,31	Singleton et al. (1999)
T3	2,37	1,99	2,35	Singleton et al. (1999)
T4	2,24	2,55	2,29	Singleton et al. (1999)
T5	3,20	3,15	3,16	Singleton et al. (1999)
T6	3,14	3,36	3,13	Singleton et al. (1999)

Día 15 Capacidad Antioxidante (mgTEAC/100mL)				
Muestra	R1	R2	R3	Método de ensayo
T1	0,35	0,41	0,37	Re et al. (1999)
T2	0,20	0,33	0,28	Re et al. (1999)
T3	0,47	0,50	0,34	Re et al. (1999)
T4	0,50	0,47	0,40	Re et al. (1999)
T5	0,55	0,61	0,57	Re et al. (1999)
T6	0,58	0,57	0,62	Re et al. (1999)

Atentamente,



Ing. Marlon Castro Garcia


 Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos
 Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos