



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

**DIRECCIÓN DE CARRERA: AGROINDUSTRIAS**

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**MODALIDAD**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EVALUACIÓN DEL LACTOSUERO DULCE Y PULPA LIOFILIZADA  
DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) EN UNA BEBIDA LÁCTEA  
FERMENTADA FUNCIONAL**

**AUTORES:**

**CAROLINA STEFANIA CARRANZA GILER  
YOHAN GABRIEL LUNA VELÁSQUEZ**

**TUTOR:**

**ING. PABLO ISRAEL GAVILANES LÓPEZ, Mg.**

**CALCETA, JULIO 2020**

## DERECHOS DE AUTORÍA

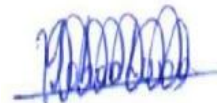
CAROLINA STEFANIA CARRANZA GILER y YOHAN GABRIEL LUNA VELÁSQUEZ, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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



---

CAROLINA S. CARRANZA GILER



---

YOHAN G. LUNA VELÁSQUEZ

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Pablo Israel Gavilanes López, certifica haber tutelado el trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DEL LACTOSUERO DULCE Y PULPA LIOFILIZADA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) EN UNA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA FUNCIONAL”**, que ha sido desarrollada por Carolina Stefania Carranza Giler y Yohan Gabriel Luna Velásquez, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



---

ING. PABLO ISRAEL GAVILANES LÓPEZ, Mg.  
**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** el trabajo de titulación “**EVALUACIÓN DEL LACTOSUERO DULCE Y PULPA LIOFILIZADA DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) EN UNA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA FUNCIONAL**”, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Carolina Stefania Carranza Giler y Yohan Gabriel Luna Velásquez, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



---

Ing. Ricardo R. Montesdeoca Párraga, Mg.

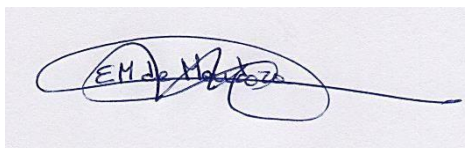
**Miembro**



---

Ing. Francisco M. Demera Lucas, Mg.

**Miembro**



---

Ing. Edith M. Moreira Chica, Mg.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

Agradecer principalmente a Dios por permitirme llegar a este gran momento, por darme motivación para seguir adelante y por guiarme siempre por el buen camino.

A mis padres quienes me brindan cariño y motivación incondicionalmente, y formarme con buenos sentimientos, valores, lo cual me han ayudado a salir adelante.

A todas las personas que hicieron posible este proyecto de titulación en especial a mí querida madre, que ha sido mi guía, mi acompañante y mi mayor fortaleza.

A nuestros compañeros de clases, con quienes hemos compartido varios años de estudio, y

Al Ing. Pablo Gavilanes que más como tutor se portó como verdadero amigo dándome fuerza y animándome para salir adelante en este trabajo.

---

**CAROLINA STEFANIA CARRANZA GILER**

A mis padres y abuelos por su esfuerzo y dedicación para que mi preparación profesional llegue a culminarse, recibiendo de ellos en todo momento motivación y aquellas oraciones que pudieren llegar al corazón de Dios.

A mis amigos quienes guiaron mi camino con palabras de respaldo incondicional en cada meta propuesta.

Y finalmente al asesoramiento, colaboración y apoyo de mi tutor, Ing. Pablo Gavilanes, quién ha invertido tiempo, conocimientos y material de investigación, para culminación exitosa de mi trabajo de titulación.

---

**YOHAN GABRIEL LUNA VELÁSQUEZ**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación va principalmente dedicado a Dios por brindarme sabiduría, paciencia y mucha concentración para culminar esta etapa en mi vida, dándome mucha fuerza para seguir adelante por el buen sendero.

A mis padres el Sr. Eduardo Carranza y Sra. Carmen María Giler, creadores y formadores de mi existencia, a ellos que día a día me siguen apoyando económica y moralmente, confiando siempre en mis oportunidades como estudiante y en un futuro como profesional.

A mis hermanos y mi tía que por voluntad de Dios ya no están presentes en la Tierra, ellos han sido mi guía desde el cielo, a ellos les dedico todos mis logros.

A mi hermana mayor la Sra. Nathaly Carranza, quien con su esfuerzo y mucho cariño me ha apoyado económicamente y siempre ha estado presente en cada etapa de mi vida.

---

**CAROLINA STEFANIA CARRANZA GILER**

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida, y mostrarme día a día que con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible.

A mis padres y abuelos, por ser el cimiento fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, siendo ellos quienes sentaron en mí la base de responsabilidad y deseos de superación.

A mis amigos, por ser la bendición divina de amistad sincera y fraterna, basada en valores de respeto y honestidad, quienes con su confianza supieron ser el motor importante de mis logros académicos y personales.

---

**YOHAN GABRIEL LUNA VELÁSQUEZ**



## CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vii
CONTENIDO GENERAL	ix
CONTENIDO DE CUADROS	xii
CONTENIDO DE FIGURAS	xiii
CONTENIDO DE GRÁFICOS	xiii
RESUMEN	xiv
PALABRAS CLAVES	xiv
ABSTRACT	xv
KEY WORDS	xv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA	6
2.2. BEBIDA LÁCTEA COMO ALIMENTO FUNCIONAL	6

2.3. BEBIDAS LÁCTEAS FORTIFICADAS CON EXTRACTOS DE FRUTAS O VEGETALES	7
2.4. LACTOSUERO	8
2.5. CULTIVOS INICIADORES	10
2.6. MARACUYÁ	10
2.6.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	11
2.6.2. VARIEDAD AMARILLA	12
2.7. LIOFILIZACIÓN	13
2.8. COMPUESTOS FENÓLICOS	14
2.9. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	15
2.10. VISCOSIDAD	16
2.11. ACIDEZ	17
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	18
3.1. UBICACIÓN	18
3.2. MÉTODOS	18
3.2.1. MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO	18
3.2.2. MÉTODO EXPERIMENTAL	18
3.3. TÉCNICAS	19
3.3.1. POLIFENOLES TOTALES	19
3.3.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE	20
3.3.3. DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD	20
3.3.4. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ	21
3.4. FACTORES EN ESTUDIO	21
3.4.1. NIVELES	21
3.5. TRATAMIENTOS	22

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	22
3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL	23
3.7.1. FORMULACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA	23
3.8. VARIABLES A MEDIR	23
3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO	24
3.9.1. OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ LIOFILIZADA	24
3.9.2. ELABORACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA	27
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1. CARACTERIZACIÓN DEL LACTOSUERO DULCE Y PULPA LIOFILIZADA DE MARACUYÁ	32
4.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES Y FÍSICOQUÍMICA DE LA BEBIDA LÁCTEA	34
4.2.1. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES	35
4.2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	41
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1. CONCLUSIONES	47
5.2. RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	56

## CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 2.1. Cantidad de microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

Cuadro 2.2. Características físico-químicas del lactosuero ESPAM MFL

Cuadro 2.3. Clasificación taxonómica del maracuyá (*Passiflora edulis*)

Cuadro 2.4. Parámetros fisicoquímicos de la pulpa de maracuyá amarillo

Cuadro 3.1. Detalle de los tratamientos

Cuadro 3.2. Esquema del ANOVA bifactorial AxB

Cuadro 3.3. Esquema de ANOVA para interacción de los tratamientos

Cuadro 3.4. Formulación de la bebida láctea fermentada

Cuadro 4.1. Caracterización fisicoquímica del lactosuero dulce

Cuadro 4.2. Caracterización de las propiedades funcionales de la pulpa liofilizada de maracuyá

Cuadro 4.3. Supuestos del ANOVA

Cuadro 4.4. Prueba de Kruskal Wallis para la variable Polifenoles totales

Cuadro 4.5. ANOVA para la variable capacidad antioxidante

Cuadro 4.6. Prueba de Tukey del factor B para la variable capacidad antioxidante

Cuadro 4.7. ANOVA para la variable viscosidad

## **CONTENIDO DE FIGURAS**

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

Figura 3.2. Diagrama de proceso para la elaboración de bebida láctea con adición de pulpa de maracuyá

## **CONTENIDO DE GRÁFICOS**

Gráfico 4.1. Gráfico de cajas y bigotes para el factor A en la variable de polifenoles totales

Gráfico 4.2. Gráfico de cajas y bigotes para el factor B en la variable de polifenoles totales

Gráfico 4.3. Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable de polifenoles totales

Gráfico 4.4. Gráfico de cajas y bigotes para el factor A en la variable de capacidad antioxidante

Gráfico 4.5. Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable de capacidad antioxidante

Gráfico 4.6. Gráfico de cajas y bigotes para el factor A en la variable de viscosidad

Gráfico 4.7. Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable de viscosidad

Gráfico 4.8. Gráfico de cajas y bigotes para el factor A en la variable de acidez

Gráfico 4.9. Gráfico de cajas y bigotes para el factor B en la variable de acidez

Gráfico 4.10. Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable de acidez

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el lactosuero dulce y pulpa liofilizada de maracuyá para obtener una bebida láctea fermentada con característica funcional. Los factores en estudio fueron: porcentaje de lactosuero con niveles de 50% y 60%, y porcentaje de pulpa liofilizada de maracuyá con niveles de 0.5%, 1% y 1.5%. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo bifactorial AxB, se estudiaron seis tratamientos con tres réplicas cada uno. Se utilizó como unidad experimental 2kg de bebida fermentada conformada por leche, lactosuero, pulpa liofilizada de maracuyá, azúcar, estabilizante y cultivo iniciador de la bebida láctea fermentada. Las variables respuestas estudiadas fueron: polifenoles totales, capacidad antioxidante, viscosidad y acidez. Al (lactosuero dulce) se caracterizó físico-químicamente mediante análisis de proteína total, grasa, cenizas, sólidos totales, acidez titulable y pH como medidas de control. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante el programa IBM SPSS 21 versión libre, dando como resultado para las variables de carácter funcional: polifenoles totales con 4.74g EGA/100g y capacidad antioxidante 89.00 $\mu$ mol TE/g, obteniendo el tratamiento T3 (50% lactosuero dulce y 1.5% de pulpa liofilizada de maracuyá) como mejor. Para las variables fisicoquímicas, en acidez el tratamiento T3 fue el mejor estadísticamente teniendo valor de 0.94%, mientras que para viscosidad el T6 fue el mejor tratamiento presentando un valor de 294mPa.s.

## PALABRAS CLAVES

Polifenoles totales, capacidad antioxidante, alimento funcional, maracuyá, liofilización.

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to evaluate sweet whey and lyophilized passion fruit pulp to obtain a fermented milk drink with functional characteristic. The factors under study were: percentage of whey with levels of 50% and 60%, and percentage of freeze-dried pulp of passion fruit with levels of 0.5%, 1% and 1.5%. A Completely Random Design (DCA) was applied in AxB bifactorial arrangement, six treatments with three replicates each were studied. 2kg of fermented beverage consisting of milk, whey, freeze-dried passion fruit pulp, sugar, stabilizer and initiating culture of fermented milk drink was used as an experimental unit. The variable responses studied were: total polyphenols, antioxidant capacity, viscosity and acidity. AI (sweet whey) was physically characterized by total protein analysis, fat, ash, total solids, titratable acidity and pH as control measures. The data obtained was statistically analyzed using the IBM SPSS 21 free version program, resulting in the functioning variables: total polyphenols with 4.74g EGA/100g and antioxidant capacity 89.00 $\mu$ mol TE/g, obtaining the treatment T3 (50% sweet whey and 1.5% freeze-dried pulp of passion fruit) as best. For physicochemical variables, in acidity the T3 treatment was the best statistically having value of 0.94%, while for viscosity T6 was the best treatment with a value of 294mPa.s.

## **KEY WORDS**

Total polyphenols, antioxidant capacity, functional food, passion fruit, lyophilized.

# **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El lactosuero es definido como el subproducto resultante de la separación de la caseína precipitada durante la elaboración de quesos (Alvarado & Guerra, 2010). Aproximadamente el 90% del total de la leche utilizada en la industria quesera es eliminada como lactosuero el cual retiene cerca de 55% del total de ingredientes de la leche como la lactosa, proteínas solubles, lípidos y sales minerales (Ruíz et al., 2018).

La producción de suero a nivel mundial es de 180 a 190 millones de toneladas por año y genera 1.6 billones de litros de suero ácido como residuo. Los nutrientes presentes en el suero generan cerca de 3.5 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y 6.8kg de demanda química de oxígeno (DQO) por cada 100kg de lactosuero líquido que debe degradarse (Mieles et al., 2018).

Cada año Ecuador genera 1.20 millones de litros de suero de leche, que se obtiene durante la elaboración de los quesos. Del volumen total de ese subproducto, la industria nacional apenas procesa el 10%, lo demás se desperdicia. Una de las razones del despilfarro del lactosuero es la falta de plantas procesadoras, a escala mundial, según datos de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), el 70% de este subproducto lácteo es industrializado y un 30% se emplea como alimento para animales o como fertilizante del suelo (Granda, 2018).

Según Poveda (2013) la eliminación del suero se debe entre otros aspectos, al desconocimiento de algunos productores sobre las bondades nutricionales de este subproducto y a la dificultad para acceder a las tecnologías apropiadas para su manejo y procesamiento; también, a limitaciones en la regulación alimentaria que permitan la apropiada utilización como ingrediente alimenticio. Por otro lado, Parada et al, (2019) en el Ecuador, el consumo de quesos aumentó aproximadamente el



doble entre los años 2006 y 2015. Esta tendencia, conlleva a una mayor generación de residuos, específicamente el lactosuero, por lo que deben gestionarse alternativas para aprovechar este material y evitar su impacto negativo en el medio ambiente, incluso obtener beneficios económicos al comercializar nuevos productos.

Las bebidas funcionales tienen más trayectoria en el exterior que en el mercado nacional. Existen algunas bebidas naturales en el mercado ecuatoriano pero la gran mayoría son hechas con demasiados colorantes y saborizantes que tratan de esconder la falta de frutas naturales utilizadas como materia prima (Aguirre & Sánchez, 2011). En el mercado nacional existen pocas bebidas con características funcionales que mejoren la salud de los consumidores. El desarrollo de estas bebidas a partir de frutas tropicales tiende a ser funcionales, puesto que la adición de ingredientes especializados, genera efectos beneficiosos para la salud, como el mejoramiento de la digestión y la disminución de calorías en esta bebida (Suárez & Tinoco, 2014).

En la actualidad, el consumo de bebidas lácteas a partir de suero está muy difundido por su valor nutritivo y menor costo. Industrialmente el suero sirve como ingrediente en la elaboración del kéfir, kumis y bebidas lácteas con frutas. Otra línea de producción creciente son las bebidas lácteas fermentadas con bacterias o mezclas de éstas con levaduras, las cuales generalmente se mezclan con jugos u hortalizas u otros saborizantes (Montesdeoca et al., 2017).

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es una fruta originaria de Centroamérica por su clima tropical. Lo que fundamentalmente caracteriza a esta fruta es el alto contenido de compuestos bioactivos (polifenoles, vitamina C, etc), es decir que poseen propiedades químicas y nutricionales con potente capacidad antioxidante y por ende neutralizan los radicales libres causantes del estrés oxidativo (Pardo et al., 2018). En el desarrollo de este experimento se propone incorporar fruta liofilizada, específicamente pulpa de maracuyá que consistirá en el proceso de deshidratación, en la que el agua contenida en el producto es extraída por sublimación, bajo

condiciones de presión de vacío (Rodríguez et al., 2019). Con estos antecedentes se plantea la siguiente interrogante:

¿La evaluación de las dosis de suero y de pulpa de maracuyá permitirá la obtención de una bebida láctea fermentada con característica funcional?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación está orientada hacia el uso adecuado del lactosuero que es un subproducto resultante de la elaboración de quesos, conjuntamente adicionando pulpa liofilizada de maracuyá para así mejorar las características organolépticas de esta bebida. Esta pulpa liofilizada, según lo indica Pardo et al, (2018) se estima que contendrá importantes cantidades de compuestos bioactivos (polifenoles, vitamina C, etc.) que se pretende traspasar con el menor impacto de desnaturalización a la bebida, gracias al tratamiento de liofilización donde no se pierden las propiedades nutricionales, funcionales y sensoriales de la fruta.

En el caso de que esta investigación obtenga resultados positivos, se generaría importante información que podría ser utilizada como una alternativa de aprovechamiento del lactosuero a los pequeños y grandes productores de queso, para poder utilizar este subproducto o disminuir en gran porcentaje el desperdicio. De la misma manera serviría como fuentes de consulta para investigaciones venideras relacionadas con el tema.

Además, con esta investigación se busca aprovechar el 100% de este subproducto, generando de esta manera una oportunidad de transformación de esta materia prima dándole valor agregado y minimizando las pérdidas económicas, tratando de dinamizar la economía de los pequeños ganaderos.

Como aporte a la sociedad se verían favorecidos los potenciales consumidores de esta bebida, debido a que la pulpa liofilizada tiene compuestos bioactivos (antioxidantes, ácidos fenólicos, carotenoides, flavonoides, vitamina C y E) que al

ser incorporada a la bebida aportaría características funcionales y sensoriales como (sabor, color y textura).

La parte ambiental de esta investigación, tiene como enfoque que las industrias reduzcan el desperdicio de estos residuos y generar nuevos recursos, debido que una pequeña parte es utilizada en la alimentación del ganado, mientras que el restante es desechado en los sistemas de alcantarillado sin ningún tipo de tratamiento, causando problemas de contaminación en ríos y suelos.

De acuerdo al reglamento ARCSA (2015) que rige en el Ecuador tanto interna como externamente, se buscará acoplar la bebida láctea con pulpa liofilizada de maracuyá para que este cumpla con los requisitos establecidos por la norma INEN 2564:2011 de bebida lácteas.

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

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Establecer las dosis de lactosuero dulce y pulpa de maracuyá liofilizada para la elaboración de una bebida láctea fermentada con características funcionales.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar las propiedades funcionales de la pulpa de maracuyá liofilizada para su aplicación en la investigación.
- Evaluar el efecto de diferentes dosis de lactosuero y pulpa de maracuyá liofilizada, en las características funcionales (polifenoles totales y capacidad antioxidante) de la bebida.

- Evaluar el efecto de diferentes dosis de lactosuero y pulpa de maracuyá liofilizada, en las características físico-químicas de la bebida.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

Al menos uno de los factores y/o combinaciones de lactosuero dulce y extracto de pulpa de maracuyá proporcionarán una bebida láctea fermentada con característica funcional.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA**

La Norma NTE INEN 2395 (2011) establece que la bebida láctea es un producto lácteo obtenido a partir de leche fermentada mezclada con otros derivados lácteos, sometida a un proceso térmico posterior a la fermentación.

Son productos lácteos de consistencia fluida obtenidos a partir de leche fermentada mezclada con otros derivados lácteos e ingredientes higienizados. Son productos que deben contener un porcentaje mínimo de 40% (p/p) de leche fermentada y puede contener otros ingredientes como suero o jarabes (Van Hissenhoven, 2017).

Las bebidas de lactosuero constituyen un segmento emergente de productos lácteos, que requiere una caracterización fisicoquímica y sensorial para el control de calidad y desarrollo del producto (Gorostidi, 2014). Las bebidas lácteas fermentadas son diferentes a la leche. La presencia de cultivos de inicio a base de bacterias probióticas modifica los constituyentes de la leche transformando la proteína de vaca en aminoácidos esenciales para la vida, el azúcar de leche en fructosa similar a la de la fruta y la grasa en ácido alfa-linoleico (Forero, 2015).

En la actualidad, el consumo de bebidas lácteas a partir de suero está muy difundida por su valor nutritivo y menor costo. Industrialmente el suero sirve como ingrediente en la elaboración del kéfir, kumis y bebidas lácteas con frutas. Otra línea de producción creciente son las bebidas lácteas fermentadas con bacterias, las cuales generalmente se mezclan con frutas o saborizantes (Lácteos Latam, 2017).

### **2.2. BEBIDA LÁCTEA COMO ALIMENTO FUNCIONAL**

Un alimento funcional es aquel alimento que es elaborado no solo por sus características nutricionales, sino también para cumplir una función específica como puede ser mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades, para ello se agregan componentes biológicamente activos como: vitaminas, ácidos grasos,

fibra alimentaria y antioxidantes, entre otros. Actualmente existen un número creciente de productos lácteos con la característica de ser funcionales, entre los que se destacan: bebidas con base de leche con probióticos y prebióticos, yogur, quesos y leches fermentadas en general que se comercializan en todo el mundo (Santillán et al., 2014).

Los alimentos funcionales son aquellos que tienen componentes biológicamente activos que han sido añadidos a un alimento de consumo habitual y que están dirigidos a beneficiar la salud o disminuir el riesgo de contraer enfermedades por parte de los consumidores. Los alimentos funcionales más relevantes y sobre los que recae la más sólida evidencia científica son los probióticos, microorganismos vivos representados fundamentalmente por los derivados lácteos fermentados (Fuentes et al., 2015).

### **2.3. BEBIDAS LÁCTEAS FORTIFICADAS CON EXTRACTOS DE FRUTAS O VEGETALES**

De acuerdo Arias et al, (2019) manifiestan que entre las tendencias actuales en bebidas saludables destacan las combinaciones de frutas/soya, frutas/lácteos, bebidas fortificadas, bebidas proteicas, bebidas a base de Aloe vera (sábila) y bebidas orgánicas o ecológicas. Por otro lado, Sánchez et al, (2013) indican que las frutas y productos derivados, como algunas bebidas, constituyen una fuente de antioxidantes naturales en la dieta humana. Estas bebidas a base de frutas, poseen componentes bioactivos como el ácido ascórbico, los tocoferoles, carotenoides y polifenoles, que ejercen sus efectos antioxidantes y anticancerígenos, actuando de forma aditiva y sinérgica. Así mismo, se enfatiza que las frutas contienen diversos compuestos bioactivos como las vitaminas A, C y E y compuestos fenólicos; determinantes de la actividad antioxidante. Siendo la curuba (*Passiflora mollissima Bailey*) una fruta perteneciente a la familia Pasiflorácea muy poco estudiada y por ende, pocos reportes sobre el valor nutricional y compuestos bioactivos de esta; destacando que posee una mayor capacidad reductora.

En la investigación realizada por Sánchez et al, (2013) los datos obtenidos en las determinaciones fisicoquímicas del desarrollo de una bebida láctea con extractos de curuba (*Passiflora mollissima* Bailey) como antioxidante natural dio como resultado en acidez 0.7% – 1.5% de ácido láctico y polifenoles totales de 1.5 - 30.2gEGA/100g.

Asociada al proceso de fermentación, la adición de frutas ha mejorado las características de aroma y sabor de las bebidas lácteas, ya que la incorporación de diferentes proporciones de sus pulpas produce un aumento en la aceptabilidad. Entre los principales intereses en el uso de la fruta para mejorar la aceptación de las bebidas lácteas se encuentran aquellas relacionadas con las estrategias de comercialización dirigidas a estos productos, cuyo objetivo es ofrecer nuevas opciones de alimentos saludables a los consumidores. La aplicabilidad del excelente suero y fruta por parte de la industria, ha contextualizado la aplicación de estos alimentos en la producción de bebidas lácteas con potencialidades funcionales (Oliveira et al., 2013). Dentro de los productos en que el suero puede incluirse, se encuentran las bebidas adicionadas con fruta, que ya gozan de un posicionamiento importante en el mercado (Vivas et al., 2017).

## **2.4. LACTOSUERO**

Según Rodríguez & Hernández (2017) el lactosuero es definido como el residual líquido obtenido de la elaboración de queso después de la precipitación de la caseína y separación del coágulo formado. Existen varios tipos de lactosuero dependiendo del tipo de coagulación de la caseína; el denominado suero dulce, producto de la coagulación enzimática por renina a pH 6.5 y el llamado suero ácido como resultado del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o minerales utilizados para coagular la caseína de la leche. Así mismo, Parrado (2018) indica que el lactosuero o suero de leche es la sustancia líquida de color amarillento que se obtiene al separar el coágulo de la leche en la elaboración de quesos. Existen dos tipos de suero: el dulce originado por la coagulación de la renina que se obtiene

de quesos duros, semiduros y frescos en los que generalmente se utiliza cuajo, su pH > 5.8.

Además, el lactosuero representa una rica y variada mezcla de proteínas secretadas que poseen amplio rango de propiedades químicas, físicas y funcionales. Concretamente, suponen alrededor del 20% de las proteínas de la leche de bovino siendo su principal componente la  $\beta$ -lactoglobulina ( $\beta$ -LG) con cerca de 10% y  $\alpha$ -lactoalbúmina con 4% de toda la proteína láctea (Araujo et al., 2013).

Según Molero et al, (2017) definen el lactosuero como un líquido translúcido verde obtenido de la leche después de la precipitación de la caseína, este contiene cerca del 95% de la lactosa, 50% de los minerales, 25% de las proteínas de la leche y cerca del 8% de la materia grasa. Las proteínas del lactosuero tienen un valor biológico superior a las proteínas del huevo, soya (*Glycinemax*) y caseínas de la leche debido principalmente a su larga cadena de aminoácidos.

Coincide Montesdeoca et al,(2017) enfatizando que el lactosuero es un subproducto rico en valores nutritivos, obtenido después de la elaboración de queso pasteurizado, el cual es inadecuadamente aprovechado y muchas veces desechado, provocando pérdidas económicas y una alta contaminación al ecosistema.

**Cuadro 2.2.** Características físico-químicas del lactosuero ESPAM MFL

Componente	Resultados
Lactosa % (m/m)	4.80
Proteína láctea, % (m/m)	0.80
Grasa láctea, % (m/m)	0.35
Ceniza, % (m/m)	0.65
Acidez titulable, % (calculada como ácido láctico)	0.16
pH	6.60

Fuente: Montesdeoca et al., 2017.



## 2.5. CULTIVOS INICIADORES

Según Beldarraín et al, (2008) definen a los cultivos iniciadores como microorganismos que se presentan en estado puro o mixto, seleccionados de acuerdo con sus propiedades específicas y que al agregarlo a los alimentos mejoran su aspecto, aroma, sabor y facilitan la tecnología.

Las bacterias ácido lácticas (BAL) están presentes en la alimentación del hombre desde hace mucho tiempo y es posible encontrarlas en diferentes productos (Velázquez et al., 2018).

## 2.6. MARACUYÁ

Pardo et al, (2018) expresan que la maracuyá es una fruta tropical, su nombre científico (*Passiflora edulis*) variedad flavicarpa (amarilla), conocida como la fruta de la pasión, contiene altos niveles de fibra, vitamina A y E que contribuyen a la regulación de la digestión y reducción del colesterol, la vitamina C; favorece la absorción del hierro, refuerza el sistema inmunitario y ejerce una acción antioxidante.

La fruta destaca por su alto contenido de compuestos fenólicos, principalmente el ácido ascórbico 30-40mg/100g de peso seco, siendo mayor que el de la granadilla y su contenido de  $\beta$ -caroteno es de 525 $\mu$ g/100g de fruto fresco y su contenido de carotenoides totales de 743 $\mu$ g/100g de fruto fresco. El incremento en el contenido de carotenoides de la maracuyá puede estar relacionado con la mayor actividad antioxidante del fruto como respuesta al estrés oxidativo (Carranza, 2015).

Además el mismo autor manifiesta que los compuestos fenólicos están presentes en diversas plantas, tales como el género de las *Passiflora edulis*, los cuales pertenecen principalmente a los flavones clase C-glucósidos, es decir un flavon C-glucósido es el principal y más abundante flavonoide identificado en la pulpa *Passiflora edulis*.

Destacando la investigación cumplida por Zapata et al, (2014) sobre el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante de 24 frutas y 18 hortalizas colombianas, por el método de Folin-Ciocalteu comprobaron que la curuba presentó un mayor contenido de fenoles totales con un  $105.84 \pm 2.6$ g de A. Gálico/100g y una actividad antioxidante de  $207.85 \pm 2.9$ μmolTrolox/100g, en relación de las demás frutas que se analizaron.

### 2.6.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Carlos (2018) manifiesta que la clasificación taxonómica del maracuyá es la que se muestra en el cuadro 2.3.

**Cuadro 2.3.** Clasificación taxonómica del maracuyá (*Passiflora edulis*)

<b>División</b>	Espermatofita
<b>Subdivisión</b>	Angiosperma
<b>Clase</b>	Dicotiledónea
<b>Subclase</b>	Arquiclamídea
<b>Orden</b>	Perietales
<b>Suborden</b>	Flacourtinae
<b>Familia</b>	Plassifloraceae
<b>Género</b>	<i>Passiflora</i>
<b>Especie</b>	<i>Passiflora edulis</i>
<b>Variedad</b>	Flavicarpa

## 2.6.2. VARIEDAD AMARILLA

La fruta de la pasión amarilla es originaria de la América tropical, el fruto del maracuyá no puede ser almacenado más allá de 2 semanas bajo condiciones normales de temperatura. El fruto puede ser mantenido 4 ó 5 semanas entre 4 a 10°C (7°C óptimo). Sin embargo, gran parte de su sabor se pierde durante este período de almacenamiento. Las temperaturas por debajo de 4°C llevan a la descomposición y ataques de mohos. Los azúcares constituyen la mayor parte de los carbohidratos. Así, el jugo de la variedad amarilla fluctúa entre 13 y 18% y la proporción azúcar/ácido es de 3:8 (Díaz et al., 2006).

**Cuadro 2.4.** Parámetros fisicoquímicos de la pulpa de maracuyá amarillo.

Parámetros	Valores
Rendimiento en pulpa (%)	32.0 ± 8.03
Agua de la pulpa	84.0 ± 9.71
Viscosidad (mPa. s)	1.79 ± 0.07
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	1.09 ± 0.16
pH	2.09 ± 0.15
Sólidos solubles totales (°Brix)	15.0 ± 1.78
Acidez total titulable (% ácido cítrico)	4.42 ± 0.89

Fuente: Cerquera et al., 2012.

Según Pardo et al, (2018) argumentan que entre las frutas tropicales con gran importancia comercial se encuentra el maracuyá (*Passiflora edulis*) más conocido como el fruto de la pasión, es por ello la industrialización del maracuyá se ha orientado, hacia la obtención del jugo natural o concentrado que es muy apetecido por su sabor y aroma característico, es allí la importancia de generar nuevas alternativas que prolonguen su vida útil. De la misma manera Molina et al, (2019) indican que este fruto se consume en fresco para producir jugo (alrededor del 40% del fruto corresponde a pulpa) o se comercializa como un importante componente de bebidas a base de frutas tropicales, debido a sus características nutritivas, coloración amarillo-naranja, sabor ácido y aroma exótico.

## 2.7. LIOFILIZACIÓN

Es un proceso de secado mediante sublimación que, en el área de alimentos, se ha utilizado con el fin de reducir las pérdidas de los componentes responsables del aroma y sabor, los cuales se afectan en gran medida durante los procesos convencionales de secado. Al utilizar la sublimación como técnica de secado los productos obtenidos no se ven alterados en gran medida en sus propiedades y se rehidratan fácilmente. Estos productos liofilizados pueden llegar a alcanzar contenido de humedad y propiedades organolépticas similares a las del alimento original (Grajales et al., 2005).

Según Vargas (2015) el proceso de liofilización en alimentos se ha considerado como el mejor método de deshidratación, pues garantiza que las frutas retengan en mayor proporción, propiedades como forma, dimensiones, aspecto, sabor, color, textura e ingredientes activos y un valor agregado aproximado de 120%. Coincide Surco et al, (2017) que el proceso de liofilización es el procedimiento de deshidratación más confiable en la conservación de las características sensoriales y nutricionales de un producto alimenticio, gracias al uso de bajas temperaturas y condiciones especiales de vacío.

Para Cortés et al, (2015) la liofilización representa una alternativa tecnológica con aplicaciones novedosas en la industria de alimentos.

Por ello, Caballero et al, (2017) señalan que el proceso de liofilización comienza con la congelación del producto a bajas temperaturas (-30°C a -40°C) donde el tamaño de los cristales de hielo se regula normalmente con las velocidades de congelación, puesto que una tasa lenta promueve la formación de cristales de gran tamaño, favoreciendo la liofilización, pero afectando la integridad de las membranas celulares, mientras una alta tasa produce microcristales minimizando el daño a las membranas celulares; sin embargo, simultáneamente incrementa la presencia de agua no congelada atrapada en la zona vítrea que es difícil de retirar en el secado. La segunda etapa es el secado primario, en el cual se produce un calentamiento

bajo condiciones de vacío, para retirar el agua por sublimación en distintas etapas, esta velocidad de secado puede influir en las características físico-químicas del producto final.

Los mismos autores antes mencionados, reportan que a través de la liofilización se han obtenido productos deshidratados en frutas y hortalizas con atributos, como el sabor, color, textura y aroma que se resaltan mejor con respecto al secado por convección forzada, además de poseer estructura porosa que facilita la rápida rehidratación al adicionar agua. Debido a la rapidez y facilidad de reconstitución de un producto liofilizado la técnica marca su superioridad sobre otros métodos de secado.

Ocaña (2013) indica que las bondades del proceso de liofilización al ser comparada con otros métodos de secado ofrece distintas ventajas como puede ser la conservación y fácil transporte de los productos, la ausencia de temperaturas altas, la inhibición del crecimiento de microorganismos, o la recuperación de las propiedades del alimento al añadirle el volumen de agua que en un principio tenía.

## **2.8. COMPUESTOS FENÓLICOS**

Son metabolitos esenciales para el crecimiento y reproducción de las plantas y actúan como agentes protectores frente a patógenos, estos son un gran grupo de antioxidantes naturales; consumo de fuentes importantes, particularmente de frutas, vegetales y cereales, es decir que presentan efectos benéficos (Muñoz et al., 2007). Concuenda Yábar et al,(2019) que los compuestos fenólicos son producidos por las plantas como respuesta al estrés, poseen al menos un anillo aromático con uno o más sustituyentes hidroxilo, estos compuestos en los alimentos contribuyen a su estabilidad oxidativa, color, olor y sabor astringente, proporcionan beneficios para la salud por sus propiedades antioxidantes, antialérgico, anticancerosas, etc.

Carranza (2015) manifiesta que los compuestos fenólicos se encuentran presentes en diversas plantas, tal como el género de la *Passiflora edulis*, los cuales pertenecen

principalmente a los flavones clase C-glucósidos, es decir un flavon C-glucósido es el principal y más abundante flavonoide identificado en la pulpa *Passiflora edulis*. Otros compuestos flavonoides como el estaño, isovitexina, luteolina 6- C - chinovosid y luteolina 6- C -fucosido, también se encuentran en la pulpa de la *Passiflora edulis* los cuales demuestran actividades antioxidantes. La pulpa de la maracuyá contiene  $158.037 \pm 0.602 \text{ mg.L}^{-1}$  de flavonoides totales, de esta manera, se destaca que el contenido total de flavonoides en la pulpa de *Passiflora edulis* es muy significativo en comparación con otras fuentes de flavonoides, tales como el jugo de naranja y jugo de la caña de azúcar.

Sin embargo, el mismo autor antes mencionada indica que actualmente se ha despertado un reciente interés por estos compuestos debido a sus propiedades antioxidantes y sus posibles implicaciones beneficiosas en la salud humana, tales como en el tratamiento y prevención del cáncer, enfermedad cardiovascular y otras patologías de carácter inflamatorio.

Según Altamirano (2013) indica que la ingesta diaria recomendada de polifenoles es de 650mg.

## **2.9. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE**

La capacidad antioxidante de los alimentos está determinada por una mezcla de compuestos antioxidantes con diferentes mecanismos de acción, existen tendencias de incorporar compuestos bioactivos extraídos de plantas o frutas aplicándolo a derivados lácteos para mejorar la calidad de los productos finales (Cárdenas et al., 2015).

Franco et al, (2014) manifiesta que los principales antioxidantes presentes en los vegetales son los carotenoides, polifenoles y las vitaminas antioxidantes y en el caso de los frutos y las hortalizas se conocen como buenas fuentes de vitaminas antioxidantes, tales como E, C, y  $\beta$  caroteno. El contenido de antioxidantes en los vegetales está determinado por numerosos factores que intervienen en la síntesis

de estos compuestos, como la especie, variedad, condiciones de cultivo, zona geográfica, factores fisiológicos y la maduración.

El mismo autor menciona que la actividad de los sistemas enzimáticos antioxidantes en algunas especies se reduce a medida que avanza el proceso de maduración, como se ha notado en naranja dulce (*Citrus sinensis L*), mortiño (*Vaccinium meridionale Sw*), acai (*Euterpe oleraceae Mart*), guayaba del Perú (*Psidium cattleianum Sabine*) mientras que en otras especies se incrementa como en pimentón (*Capsicum annuum cv. Kulai*), tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*), mora (*Rubus glaucus Benth*), maracuyá (*Passiflora edulis S*), guayaba (*Psidium guajava L*) y papayuela (*Carica cundinamarcensis J*). Es probable entonces que el sistema de defensa antioxidante juegue un papel importante en la maduración y senescencia de frutos.

En la actualidad se han incrementado los estudios de alimentos que contienen compuestos bioactivos, entre estos los antioxidantes, al ser moléculas capaces de interactuar con especies reactivas de oxígeno (ERO) que incluyen iones de oxígeno, radicales libres y peróxidos las cuales son altamente reactivas al tener en su estructura una capa externa con uno o dos electrones de valencia no apareados (López et al., 2019).

## **2.10. VISCOSIDAD**

Es importante considerar la relación definida que existe entre la viscosidad y la temperatura, razón por la cual ésta debe mantenerse constante al hacer las mediciones para obtener resultados comparables, la viscosidad se mide por medio de viscosímetros. La viscosidad en el yogurt se debe a diversos factores como el enriquecimiento en extracto seco de la leche original, la intensidad y la duración del precalentamiento, la adición de espesantes, la velocidad y el grado de acidificación y las condiciones de refrigeración, entre otros (Vega, 2012).

## **2.11. ACIDEZ**

La producción de ácido láctico es importante para obtener un yogurt de alta calidad con sabor propio, cuerpo y textura, esto es para que el producto tenga el mínimo de porcentaje de sinéresis durante el almacenamiento. Los valores de acidez recomendados para yogurt van desde 0.6% hasta un máximo de 1.5% (Vega, 2012).



## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

La presente investigación se realizó en el taller de lácteos de la carrera de Agroindustria en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, ubicada en el sitio El Limón del cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador. La ubicación geográfica es 0°50'06"S 80°10'54"W, a una altitud de 21 msnm (Google Earth, 2019). Mientras que los análisis fisicoquímicos se desarrollaron en conjunto entre el Laboratorio de Bromatología de la ESPAM “MFL” y el Laboratorio de Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ubicada en la Av. Circunvalación vía a San Mateo, Manta y su ubicación geográfica es 0°57'07" S 80°45'00" W (Google Earth, 2019).

### **3.2. MÉTODOS**

#### **3.2.1. MÉTODO HIPOTÉTICO DEDUCTIVO**

El método hipotético-deductivo en la investigación consintió que a medida que el programa estadístico fue arrojando datos de los análisis de características funcionales y físico-químicos a la bebida este permitió a la hipótesis formulada en la investigación que tanto los factores como la combinación del lactosuero dulce y pulpa liofilizada de maracuyá si proporcionó una bebida láctea fermentada con característica funcional, es decir que estadísticamente se comprobó que fue significativa.

#### **3.2.2. MÉTODO EXPERIMENTAL**

La investigación experimental se ejecutó bajo condiciones controladas para obtener datos confiables. Dicho de otra forma, la experimentación consistió en hacer cambios de valores en la variable independiente y observar su efecto en la variable dependiente, es decir, la variable manipulable (independiente) que fueron los

porcentajes de lactosuero y pulpa liofilizada de maracuyá, obteniendo como variable principal (dependiente) las características funcionales (polifenoles totales y capacidad antioxidante) y físico-químicas (viscosidad y acidez).

### **3.3. TÉCNICAS**

#### **3.3.1. POLIFENOLES TOTALES**

El método espectrofotométrico desarrollado por FOLIN y CIOCALTEAU (1927) para la determinación de fenoles totales, se fundamenta en su carácter reductor y es el más empleado. Se utiliza como reactivo una mezcla de ácidos fosfowolfrámico y fosfomolibdico en medio básico, que se reducen al oxidar los compuestos fenólicos, originando óxidos azules de wolframio ( $W_8O_{23}$ ) y molibdeno ( $Mo_8O_{23}$ ). La absorbancia del color azul desarrollado se mide a 765nm. Los resultados se expresaron en mg de ácido gálico por 100g de pulpa.

El contenido de fenoles totales se determinó mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu adaptado por Dewanto et al, (2002) tanto para la pulpa liofilizada y la bebida láctea, utilizando un Espectrofotómetro Germany (Jenway 6320D) en el Laboratorio de Investigación de Alimentos pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, los reactivos utilizados fueron obtenido de la Casa Comercial TecnoLab C. Ltda.

Se tomaron 2mg del extracto liofilizado, se colocaron en un matraz erlenmeyer y se les agregó 50mL de agua destilada y se agitó. Enseguida se tomaron 0.5mL de cada una de estas disoluciones y se mezclaron con 0.75mL de reactivo de Folin-Ciocalteu dejando en reposo a temperatura ambiente por 5min después de lo cual se agregaron 0.75mL de carbonato de sodio al 20%. Se agitaron fuertemente para luego, dejar reposar durante 90min a temperatura ambiente. Después de este tiempo se midió la absorbancia a 760nm. Este procedimiento se realizó con la pulpa de maracuyá liofilizada por triplicado.

### 3.3.2. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

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

Según la metodología desarrollada por Re et al, (1999) y descrita por Kuskoski et al, (2004) se basó en medir la capacidad antioxidante del radical ABTS en un Espectrofotómetro Germany (Jenway 6320D) en el Laboratorio de Investigación de Alimentos pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, los reactivos utilizados fueron obtenidos de la Casa Comercial Tecnolab C. Ltda.

El radical ABTS  $\bullet+$  se obtuvo tras la reacción de ABTS (7mM) con persulfato potásico (2.45mM, concentración final) incubados a temperatura ambiente ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ) y en la oscuridad durante 16h. Una vez formado el radical ABTS  $\bullet+$  se diluyó con etanol hasta obtener un valor de absorbancia comprendido entre 0.70 ( $\pm 0.1$ ) a 754nm (longitud de onda de máxima absorción). Las muestras filtradas se diluyeron con etanol hasta que se produjo una inhibición del 20 al 80%, en comparación con la absorbancia del blanco, tras añadir 20 $\mu\text{L}$  de la muestra. A 980 $\mu\text{L}$  de dilución del radical ABTS  $\bullet+$  así generado se le determinó la A 754 a 30 $^{\circ}\text{C}$ , se añadió 20 $\mu\text{L}$  de la muestra y se midió de nuevo la A 754 pasado 1 minuto. La absorbancia se midió de forma continua transcurridos 7 minutos. El antioxidante sintético de referencia Trolox, se ensayó a una concentración de 0-15 $\mu\text{M}$  (concentración final) en etanol, en las mismas condiciones, lo que se hace también con ácido ascórbico (0 - 20mg/100mL). Los resultados se expresaron en TEAC (actividad antioxidante equivalente a Trolox).

### 3.3.3. DETERMINACIÓN DE VISCOSIDAD

Para la determinación de viscosidad se utilizó la técnica empleada por Gómez et al, (2009) haciendo uso de un viscosímetro rotacional marca Biobase (BDU-95), el mismo que funcionó bajo el principio de medición de la resistencia que ofrecieron los 250mL (muestra) de bebida láctea, cuando se le aplicó una fuerza externa con

el husillo o rotor número R2, que lo indujo al movimiento, bajo condiciones de temperatura de  $25.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$  y 60rpm, la lectura directa de la viscosidad quedó reflejada en mPa.s.

### 3.3.4. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ

Para la determinación de acidez, se consideró el método empleado por Zambrano & Zambrano (2013) mediante el método volumétrico (titulación) en el laboratorio de Bromatología de la ESPAM “MFL”. Se midió 9mL de la bebida láctea fermentada con una pipeta, dentro de una fiola de 125mL. Se añadió 5 gotas de indicador fenolftaleína y se tituló con solución de NaOH al 0.1 N hasta llegar a una coloración rosada. La acidez se expresó en el componente ácido predominante en el alimento, en el caso del lactosuero es el ácido láctico (0.09), mediante la siguiente fórmula:

$$\%Acidez = \frac{(Cons\ de\ NaOH * N\ NaOH * M.\ equi)}{Pm} * 100 [3.1]$$

Cons. de NaOH = Consumo de Hidróxido de Sodio = mL

N NaOH = Concentración de NaOH = 0.1 N

M. equi = Mili equivalente de ácido láctico = 0.09

Pm = Peso de muestra = mL

## 3.4. FACTORES EN ESTUDIO

**Factor A:** Porcentaje de lactosuero

**Factor B:** Porcentaje de extracto liofilizado de pulpa de maracuyá

### 3.4.1. NIVELES

Para el factor porcentaje de lactosuero se utilizó los siguientes niveles:

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

Para el factor porcentaje de extracto liofilizado de pulpa de maracuyá en relación a bebida fermentada, se tuvo los siguientes niveles:

- $b_1 = 0.50\%$
- $b_2 = 1.00\%$
- $b_3 = 1.50\%$

### 3.5. TRATAMIENTOS

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

**Cuadro 3.1.** Detalle de los tratamientos

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS	DESCRIPCIÓN	
		Porcentaje de lactosuero	Porcentaje de pulpa liofilizada de maracuyá
T1	a1b1	50%	0.50%
T2	a1b2	50%	1.00%
T3	a1b3	50%	1.50%
T4	a2b1	60%	0.50%
T5	a2b2	60%	1.00%
T6	a2b3	60%	1.50%

### 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

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

**Cuadro 3.2.** Esquema del ANOVA bifactorial AxB

FUENTES DE VARIACIÓN	GI
Total	17
Porcentaje de lactosuero (A)	1
Porcentaje de pulpa liofilizada de maracuyá (B)	2
Interacción (AxB)	2
<b>Error</b>	<b>12</b>

En caso de existir diferencia significativa entre los factores, se realizó un análisis de los tratamientos, el mismo que se detalla a continuación:

**Cuadro 3.3.** Esquema de ANOVA para interacción de los tratamientos

FUENTE DE VARIACIÓN	Gl
Total	17
Tratamientos	5
Error	12

### 3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental fue 2kg de bebida fermentada, conformada por leche, lactosuero, pulpa liofilizada de maracuyá y demás ingredientes (azúcar, estabilizante, cultivo iniciador) se realizó tres réplicas por cada tratamiento, obteniendo un total de 18 unidades experimentales.

#### 3.7.1. FORMULACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA

**Cuadro 3.4.** Formulación de la bebida láctea fermentada

Ingredientes	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	%	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)	%	Peso (g)
Leche semidescremada	41.2 2	824.4 0	40.7 2	814.4 0	40.2 2	804.4 0	31.2 2	624.4 0	30.7 2	614. 40	30. 22	604. 40
Suero de leche	50.0 0	1000. 00	50.0 0	1000. 00	50.0 0	1000. 00	60.0 0	1200. 00	60.0 0	1200 .00	60. 00	1200 .00
Azúcar	8.00	160.0 0	8.00	160.0 0	8.00	160.0 0	8.00	160.0 0	8.00	160. 00	8.0 0	160. 00
Estabilizante	0.25	5.00	0.25	5.00	0.25	5.00	0.25	5.00	0.25	5.00	0.2 5	5.00
Pulpa liofilizada	0.50	10.00	1.00	20.00	1.50	30.00	0.50	10.00	1.00	20.0 0	1.5 0	30.0 0
Cultivo Iniciador	0.03	0.60	0.03	0.60	0.03	0.60	0.03	0.60	0.03	0.60	0.0 3	0.60
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>2000</b>	<b>100</b>	<b>2000</b>	<b>100</b>	<b>2000</b>	<b>100</b>	<b>2000</b>	<b>100</b>	<b>2000</b>	<b>100</b>	<b>2000</b>

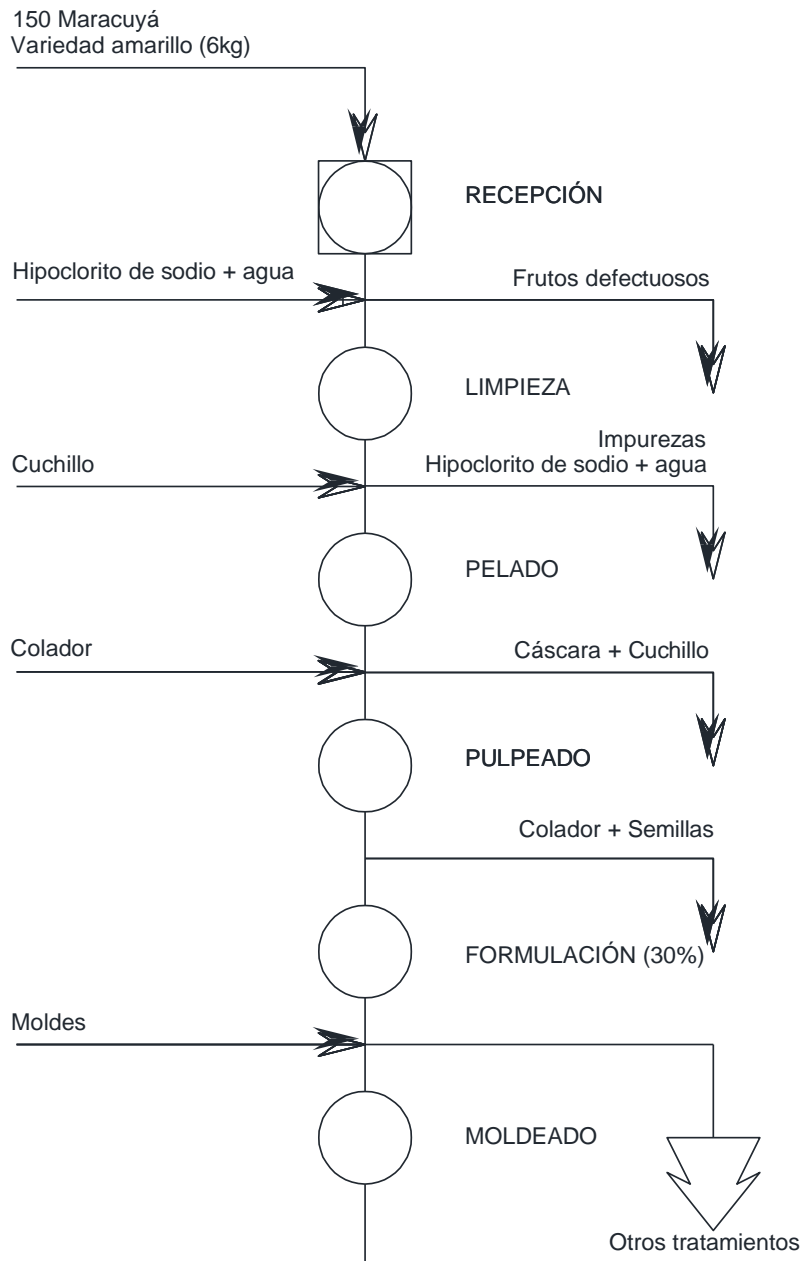
### 3.8. VARIABLES A MEDIR

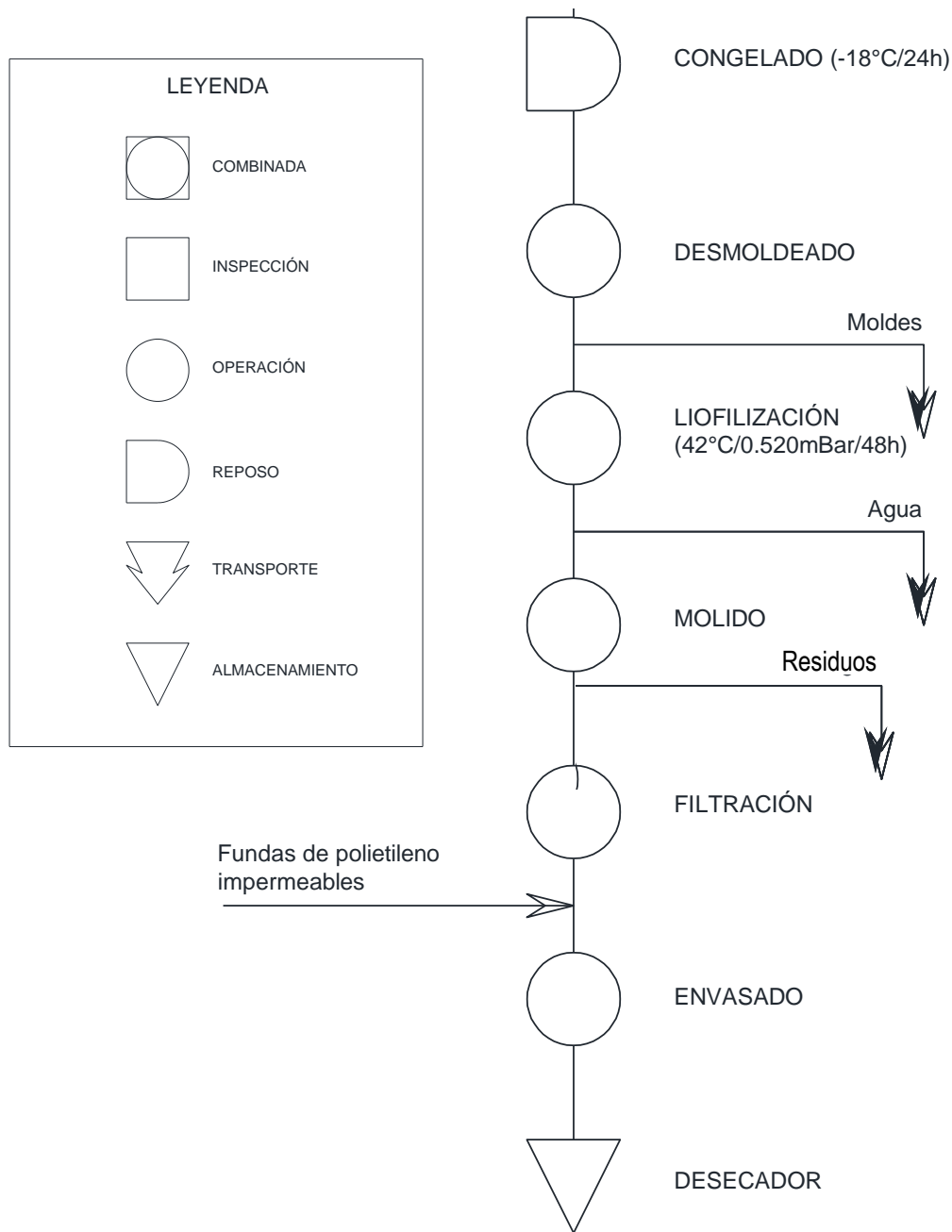
- Polifenoles totales (mg de ácido gálico/L solución)
- Capacidad antioxidante % de inhibición del radical ABTS ( $\mu\text{mol}$  de Equivalentes Trolox /100g de base seca)
- Acidez (% de Ácido láctico)
- Viscosidad (mPa.s)

### 3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

#### 3.9.1. OBTENCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ LIOFILIZADA

La maracuyá se obtuvo de la finca El Encanto del Cantón Tosagua, utilizando 6kg de pulpa, posteriormente se describe la obtención de la misma y el proceso de liofilización en la figura 3.1.





**Figura 3.1.** Diagrama de proceso para la obtención de pulpa de maracuyá liofilizada



- **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE PULPA DE MARACUYÁ LIOFILIZADA**

**Recepción:** Se seleccionó la fruta de acuerdo a su tamaño, peso y estado de madurez en escala 3, separando los frutos con rajaduras.

**Limpieza:** Posteriormente se desinfectó la materia prima con una solución de hipoclorito de sodio (50ppm) mediante inmersión por 15min, con la finalidad de remover todas las impurezas presentes en la fruta.

**Pelado:** Se lo realizó de forma manual, utilizando cuchillos Tramontina #12liso de acero inoxidable haciendo un corte transversal en el fruto.

**Pulpeado:** Utilizando un colador con malla de metal de 140µm, se procedió a separar la pulpa de la semilla aplicando presión con una cuchara.

**Formulación:** Se procedió a pesar la pulpa de maracuyá en una balanza analítica Sartorius CP224S, para garantizar una mayor precisión (30%) dentro de la formulación.

**Moldeado:** Se colocó 6kg de pulpa en moldes de metal cuadrado de 10cm<sup>2</sup> totalmente esterilizados.

**Congelación:** Después se ubicó la pulpa en un Congelador Horizontal marca Continental (-18°C) durante un tiempo de 24 horas.

**Desmoldar:** Al día siguiente, se procedió a desmoldar la pulpa de los moldes de metal cuadrado donde fueron ubicados.

**Liofilización:** Los cubos de pulpa congelados, se colocó en el liofilizador marca LABCONCO con capacidad de retención de hielo de 4.5 litros, a una temperatura de congelación de -42°C y una presión de 0.520mBar durante 48 horas.

**Molido:** Se hizo uso de un molino analítico (marca BIOBASE modelo MD 120) logrando la pulverización del producto liofilizado.

**Filtración:** El liofilizado previamente molido se lo hizo pasar por un tamiz de diámetro de 0.125mm (marca FILTRA ®), con el fin de obtener un producto uniformizado.

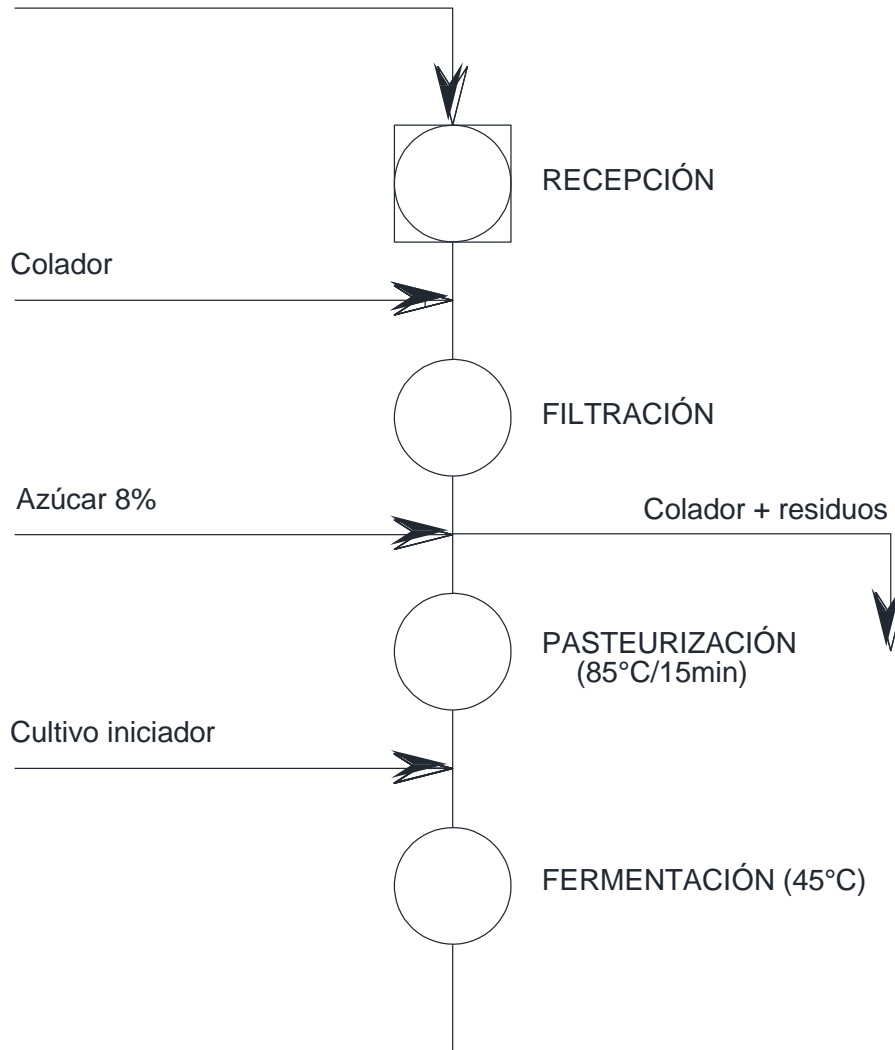
**Envasado:** El polvo liofilizado se procedió a envasar en fundas de polietileno 6x8cm impermeables.

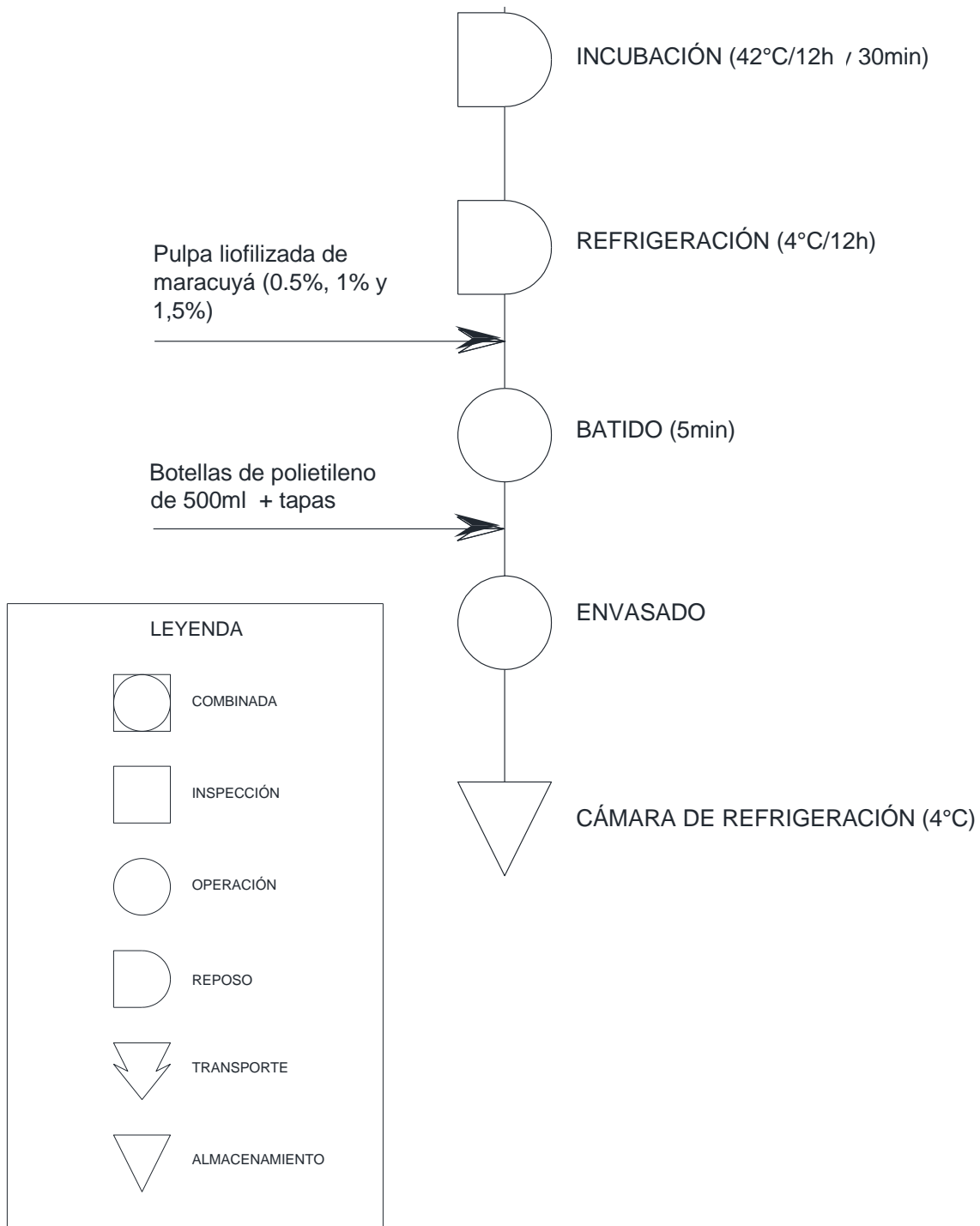
**Almacenado:** El liofilizado se almacenó en un desecador, hasta su posterior uso.

### **3.9.2. ELABORACIÓN DE LA BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA**

En la elaboración de bebida láctea con adición de pulpa de maracuyá en el proceso se inició con la recepción del lactosuero obtenido de los talleres agroindustriales de la ESPAM MFL y leche semidescremada ultrapasteurizada Vita (entre 1.5% y 1.8% de materia grasa) del supermercado TÍA (fig.3.2), posteriormente se describen las operaciones que se realizó durante la ejecución de la investigación.

Lactosuero (50% y 60%)  
Leche semidescremada  
(41.22%, 40.72%, 40.22% y  
31.22%, 30,72%, 30.22%)





**Figura 3.2.** Diagrama de proceso para la elaboración de bebida láctea con adición de pulpa de maracuyá

- **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA BEBIDA LÁCTEA**

**Recepción:** Se receptaron las materias primas (lactosuero y leche semidescremada), el lactosuero fue sometido a control de calidad y este cumplió con los requisitos físico-químicos de acuerdo a la norma (NTE INEN 2594\_2011).

**Filtrado:** Luego se procedió a filtrar el lactosuero, haciendo uso de un tamiz marca STANDARD SIEVE SERIES de 0.063mm con la finalidad de retirar cualquier tipo de impurezas o residuos que pudieran incidir en la elaboración de la bebida láctea fermentada.

**Pasteurización:** El lactosuero y la leche se pasteurizó a 85°C en el pasteurizador marca Carpiguiani y se mantuvo por 15min, durante el calentamiento y cuando alcanzó una temperatura entre 50°C – 55°C se agregó el 8% de azúcar conjuntamente con la carragenina, con relación a la base láctea (lactosuero y leche semidescremada) a procesar.

**Fermentación:** En esta operación se procedió a adicionar cultivo iniciador (YF-L811 marca CHR HANSEN) a 45°C en una proporción del 0.03% previamente disuelto en una cantidad aproximada de 100mL de la base láctea en el pasteurizador Carpiguiani.

**Incubación:** El tiempo de incubación fue de 2 horas 30min, a 45°C, con el fin de producir ácido láctico hasta alcanzar un pH de 4.3 para cortar el proceso fermentativo.

**Refrigeración:** Después de la etapa de fermentación, se procedió a enfriar y mantener a la bebida fermentada a 4°C en las cámaras de refrigeración por aproximadamente 12horas.

**Batido:** Se procedió a añadir la pulpa liofilizada de maracuyá, posteriormente se batió con una cuchara para realizar la ruptura del coágulo y obtener una consistencia homogénea. El batido se llevó a cabo por un tiempo de 5min.

**Envasado:** Se envasó la bebida láctea fermentada en botellas de polietileno de 500mL en condiciones asépticas.

**Almacenado:** Finalmente envasada la bebida láctea fermentada, se procedió a llevarla a la cámara de refrigeración a 4°C para su conservación. El mismo día se procedió a llevar para los análisis físico-químicos y características funcionales.

### **3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para el análisis estadístico de las variables de respuestas en función de los factores en estudios se realizó las siguientes pruebas:

- a. A todas las variables de respuesta se les efectuó las siguientes pruebas: Prueba numérica, prueba de normalidad (test de Shapiro Wilk) y por último pruebas de homogeneidad de varianzas y homocedasticidad (Test Levane), si las variables cumplieron con todos los parámetros indicados anteriormente, se procedió a realizar las pruebas que se indica en el literal b, en caso de que las variables no presentaron normalidad, homogeneidad y homocedasticidad se procedió a aplicar una prueba no paramétrica de Kruskall Wallis.
- b. Análisis de varianza (ANOVA) lo cual permitió estudiar si el factor influye sobre la variable de respuesta.
- c. Coeficiente de Variación (CV) se determinó la variación que existen entre los tratamientos.
- d. Prueba de Tukey nivel de significancia ( $p < 0,05$ ) se realizó para establecer la diferencia significativa entre tratamientos.

Resultados de los análisis físico-químicos, se sometieron a análisis estadísticos para lo cual se utilizó el programa SPSS 21 versión libre.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CARACTERIZACIÓN DEL LACTOSUERO DULCE Y PULPA LIOFILIZADA DE MARACUYÁ

Como parámetros de control se le realizó análisis a la materia prima (lactosuero) y a la pulpa liofilizada de maracuyá, los cuales se presentan en el cuadro 4.1, y 4.2, respectivamente.

En el cuadro 4.1, se observa que los resultados obtenidos en la caracterización del lactosuero dulce, cumplen según lo establecido por la norma NTE INEN 2594 (2011), mientras Álava et al., (2014) indican que la densidad y sólidos totales parámetros físico-químicos que no reporta la norma ya antes mencionada, los valores se encuentra dentro del rango.

**Cuadro 4.1.** Caracterización físico-química del lactosuero dulce

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL LACTOSUERO DULCE				
			REPORTES DE OTRAS INVESTIGACIONES	
Análisis	Unidad	Resultado	NTE INEN 2594 (2011)	
			min.	máx.
Proteína láctea	%	0.94	0.8	---
Grasa láctea	%	1.1	---	0.3
Ceniza	%	0.45	---	0.7
Densidad	g/mL	1.027	1.025*	1.027*
Sólidos totales	%	7.72	6.05*	9.21*
Acidez titulable (calculada como ácido láctico)	%	0.13	---	0.16
pH	---	6.85	6.4	6.8

\*Álava et al., 2014.

Cabe recalcar que Poveda (2013) considera que las propiedades físico-químicas del lactosuero dulce se pueden ver afectadas según la composición inicial de la leche utilizada y procesos posteriores a la derivación del lactosuero dulce.

En la caracterización de las propiedades funcionales de la pulpa liofilizada de maracuyá (*Passiflora edulis*) de variedad amarilla (ver anexo 10) el análisis se lo realizó por triplicado como se muestra en el cuadro 4.2, con el fin de observar si los

resultados hubiesen cambiado, de manera que se pudo constatar que en las tres réplicas la diferencia de valor es mínima.

**Cuadro 4.2.** Caracterización de las propiedades funcionales de la pulpa liofilizada de maracuyá

TRATAMIENTOS	RÉPLICAS			MÉTODO DE ENSAYO
	R1	R2	R3	
Polifenoles totales (g EGA/100g)	23.04±01	22.95±02	23.12±02	Folin Ciocalteau 1927
Capacidad antioxidante % de inhibición del radical ABTS (TEAC(μM/g)	86.70±02	88.10±05	88.00±01	Kuskoski et al. (2005)

g EGA = gramos de ácido gálico x 100g = de la muestra

TEAC = actividad antioxidante equivalente al Trolox (μmol TE/g peso de la muestra).

Al comparar estos resultados con los realizados se puede observar que la cantidad de polifenoles totales es menor que la capacidad antioxidante, esto se debe a que la pulpa de maracuyá por su consistencia es una pulpa muy ácida (Velasco, 2015).

Linares et al, (2014) mencionan que la maracuyá es considerada como un buen componente para la elaboración de bebidas alimenticias en cuanto a principios activos se refiere. Franco et al, (2014) expresan que los metabolitos secundarios de género *Passiflora*, destacan un alto contenido de flavonoides, los cuales se encuentran en mayor cantidad con respecto a la pulpa.

De acuerdo Moreira et al, (2017) en su investigación sobre actividad antioxidante y análisis fisicoquímico de maracuyá, indica que el contenido de compuestos fenólicos presentes en la pulpa es de 2.06g AGE/100g y una capacidad antioxidante de 10.84μmol Trolox/100g, valores que se encuentran en un rango inferior a los evidenciado en la investigación, no obstante Obregón & Obregón (2019) mencionan que las propiedades funcionales en jugo de maracuyá liofilizado el contenido de polifenoles fue de 7.46gAGE/100g.

Según Zapata et al, (2014) en su investigación determinaron que la pulpa de fruta (curuba) mostró mayor contenido de fenoles totales con un 105.84 ± 2.6g de A. Gálico/100g y presentó mayor actividad antioxidante de 207.85 ± 2.9μmol Trolox/100g, es decir que esta fruta es mucho mayor que todos los frutos del género *Passiflora*, siendo muy rica en flavonoides, ácidos fenólicos y taninos. Es importante



resaltar que pueden existir correlaciones bajas o moderadas entre la actividad antioxidante y el contenido polifenoles, debido a la presencia de otros compuestos no fenólicos, con potencial antioxidante.

Mientras que Martínez (2017) en su investigación sobre las características de las propiedades funcionales de varias frutas, indica que la pulpa liofilizada de taxo tuvo mayor contenido de compuestos fenólicos con  $120.18 \pm 0.4$ g GAE/100g y una capacidad antioxidante de  $71.22 \pm 5.5$ µmol Trolox/100g, por lo que se puede asegurar que el taxo es una fruta muy rica en compuestos bioactivos, aun siendo desconocido su proceso industrial.

## 4.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES Y FISICOQUÍMICA DE LA BEBIDA LÁCTEA

Las pruebas de normalidad demostraron que para viscosidad y capacidad antioxidante cumplen con los supuestos de normalidad debido a que su significancia es mayor que 0.05 procediendo así a realizar pruebas paramétricas para estas dos variables, mientras que para acidez y polifenoles totales no se cumplen los supuestos, conllevando así a aplicar pruebas no paramétricas de Kruskal Wallis por lo que la significancia es menor que 0.05 (ver cuadro 4.3).

**Cuadro 4.3.** Supuestos del ANOVA

Variables	Shapiro-Wilk			Levene
	Estadístico	gl	Sig.	Sig.
Viscosidad	0.896	18	0.401	0.088
Acidez	0.855	18	0.286	0.008
Polifenoles Totales	0.924	18	0.520	0.049
Capacidad Antioxidante	0.953	18	0.630	0.391

## 4.2.1. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

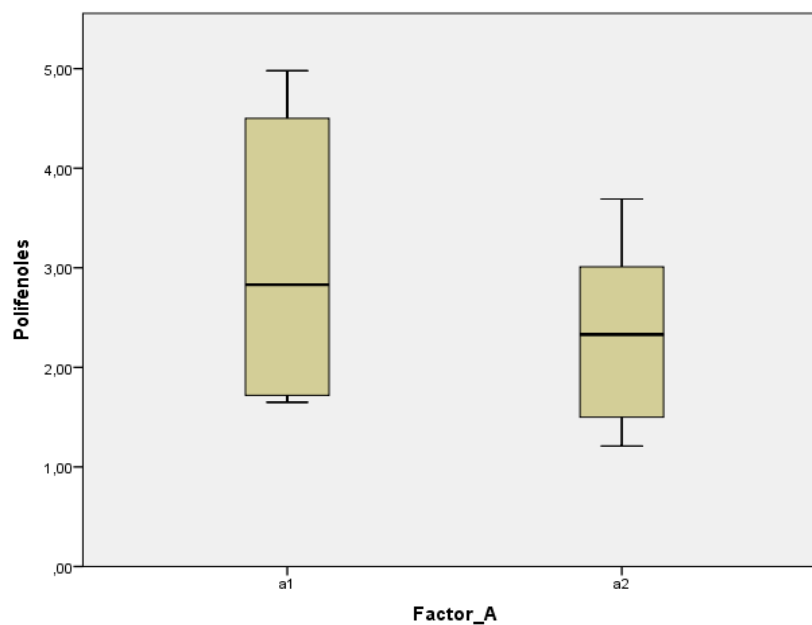
### POLIFENOLES TOTALES

La prueba de Kruskal Wallis (cuadro 4.4) identificó diferencia estadística para el factor B (porcentaje de pulpa liofilizada de maracuyá) y la combinación de A\*B, debido a que la significancia es menor que 0.05 (ver anexo 8), esto posiblemente por causa de las diferentes dosis de pulpa liofilizada de maracuyá utilizada en la bebida láctea.

**Cuadro 4.4.** Prueba de Kruskal Wallis para la variable Polifenoles totales

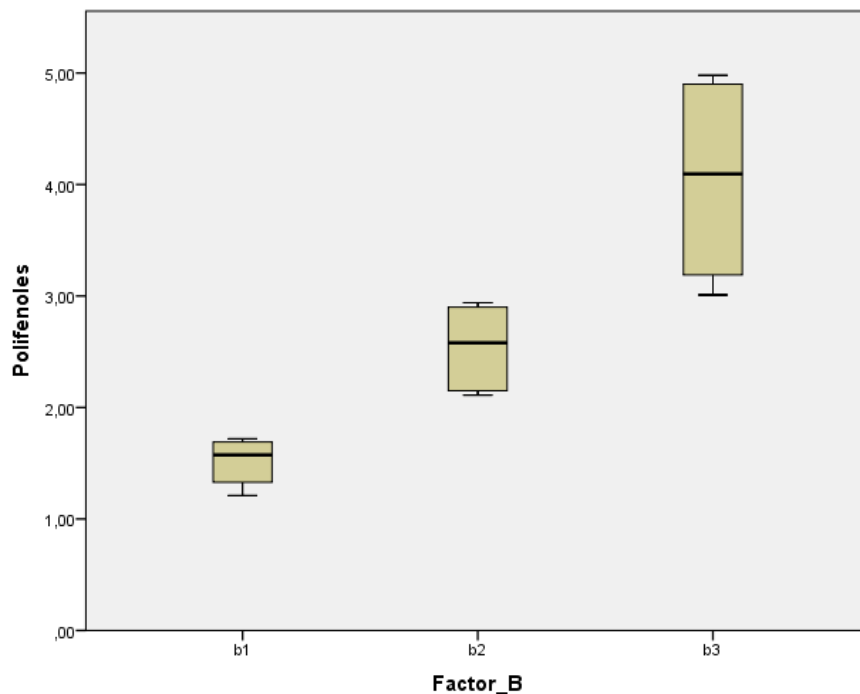
Variable Polifenoles Totales	Sig.
Factor A	0.402
Factor B	0.001
Factor A*B	0.007

La cantidad de lactosuero (Factor A), no influyó estadísticamente en el contenido de polifenoles totales (según lo evidenciado en el cuadro 4.4), sin embargo, el gráfico de cajas y bigotes para el factor A (4.1) mostró que el nivel a1 presenta valores más altos en relación al contenido de polifenoles totales.



**Gráfico 4.1.** Gráfico de cajas y bigotes para el factor A en la variable de polifenoles totales

El factor B, si influyó en el contenido de polifenoles totales (gráfico 4.2), mostrando una respuesta favorable para el nivel más alto de pulpa liofilizada de maracuyá, es decir b3 (1.5%). Según Lácteos Latam (2017) enfatiza que a medida que se adiciona más pulpa de maracuyá a la bebida, los compuestos fenólicos se incrementan al igual que la actividad antioxidante, sin embargo una mayor adición de pulpa hace que los consumidores encuentren el producto sensorialmente poco agradable debido a la acidez de la fruta y su astringencia.



**Gráfico 4.2.** Gráfico de cajas y bigotes para el factor B en la variable de polifenoles totales

El gráfico 4.3, muestra el contenido de polifenoles totales, para los diferentes tratamientos evaluados, mostrando como mejor a T3 (50% lactosuero dulce y 1.5% de pulpa liofilizada), el valor obtenido fue de 4.74gEGA/100g, es decir que se encuentra en relación a lo especificado por Sánchez et al, (2013) quienes en su trabajo sobre el contenido de polifenoles totales de la maracuyá reportaron valores de 1.5 hasta 30.2gEGA/100g.

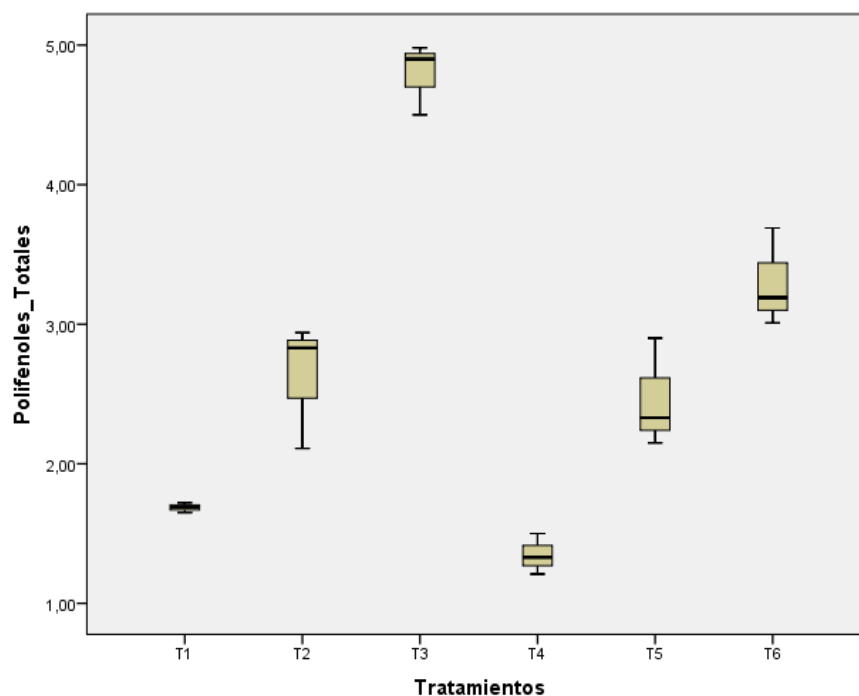


Gráfico 4.3. Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable de polifenoles totales

## CAPACIDAD ANTIOXIDANTE

Mediante el análisis de varianza (cuadro 4.5), se encontró diferencias estadísticas para los dos factores en estudio, puesto que su significancia es  $p > 0.05$ , sin embargo, no hubo diferencias cuando interactuaron ambos. Por lo tanto, el porcentaje de lactosuero y el porcentaje de pulpa liofilizado de maracuyá, influyeron por separado en la capacidad antioxidante de la bebida.

Cuadro 4.5. ANOVA para la variable capacidad antioxidante

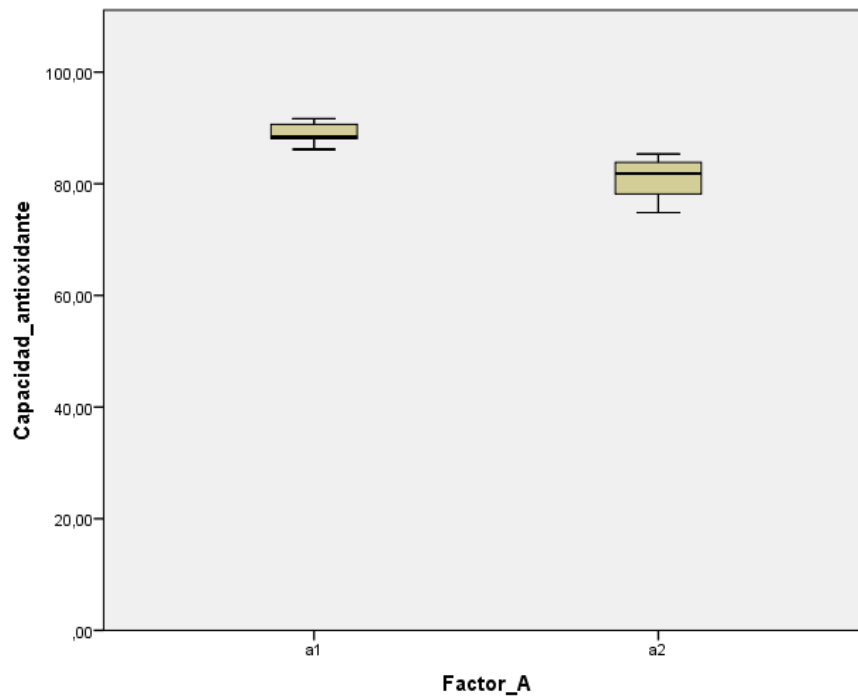
Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Total	17	451.271			
Factor_A	1	319.034	319.034	91.497	0.000**
Factor_B	2	78.434	39.217	11.247	0.002**
Factor_A * Factor_B	2	11.961	5.980	1.715	0.221 <sup>NS</sup>
Error	12	41.842	3.487		

NS: NO significativo

\*significativo al 5%

\*\*altamente significativo al 1%

El gráfico de caja y bigotes para el factor A (4.4), mostró una mayor capacidad antioxidante para el nivel a1 (50% lactosuero), esta propiedad se ve afectada positivamente al incorporar lactosuero en la bebida, como lo sostiene Hernández & Amigo (2004) que el lactosuero o ciertos productos lácteos también poseen capacidad antioxidante, de manera que este efecto antioxidante se debería a las proteínas solubles, principalmente  $\beta$ -lactoglobulina y  $\alpha$ -lactoalbúmina. Por otra parte, Córdoba & Sánchez (2019) reporta que la capacidad antioxidante del suero de leche aumenta después del tratamiento térmico y que el componente de mayor importancia en la leche es la caseína.



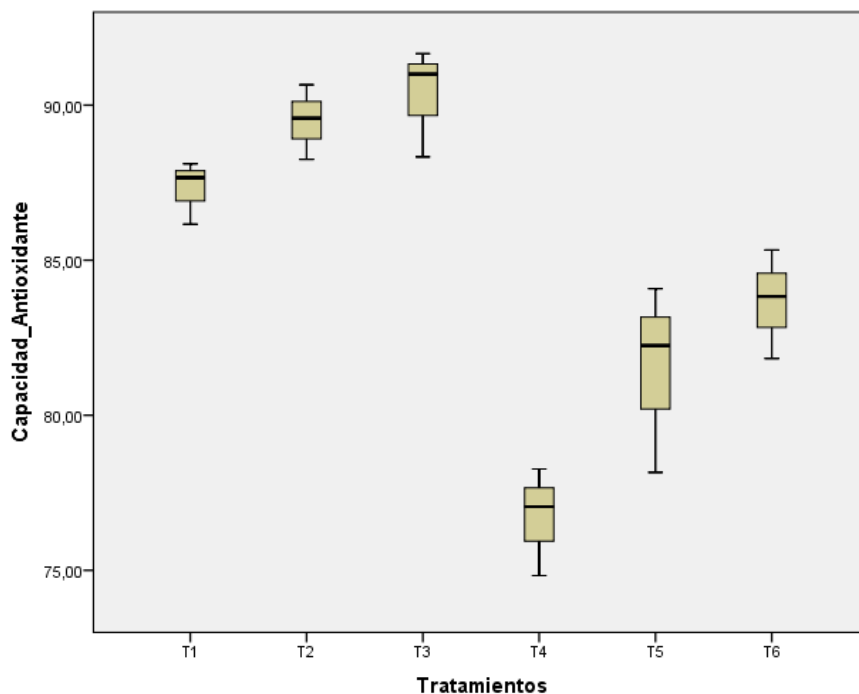
**Gráfico 4.4.** Gráfico de cajas y bigotes para el factor A en la variable de capacidad antioxidante

Para el factor B (4.6), Tukey logró evidenciar dos subconjuntos homogéneos, donde se evidenció que tanto el nivel b2 y b3 o dosis de 1.0 y 1.5% de pulpa de maracuyá, comparten medias, obtuvieron valores más altos de capacidad antioxidante alrededor de 86 $\mu$ mol TE/100g de la muestra.

**Cuadro 4.6.** Prueba de Tukey del factor B para la variable capacidad antioxidante

Factor_B	N	Subconjunto	
		1	2
b1	6	82.0133	
b2	6		85.4967
b3	6		86.9967
Sig.		1.000	0.376

Mediante el gráfico de cajas 4.5, se pudo determinar que para esta variable el mejor tratamiento es el T3 (50%lactosuero-1.5% de pulpa liofilizada de maracuyá). El valor de capacidad antioxidante para este tratamiento fue de 89.99 expresando en  $\mu\text{mol TE/g}$  de la muestra.

**Gráfico 4.5.** Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable de capacidad antioxidante

Coronado (2019) en su investigación sobre el contenido de polifenoles y capacidad antioxidante en la elaboración de una bebida optimizada la cual presenta 237.02 - 434.95  $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$  de capacidad antioxidante y 3.97 - 4.93gEGA/100g de polifenoles totales, estas diferencias hacen que los frutos cítricos presenten mayor

concentración de capacidad antioxidante, por lo que se recomienda el consumo de la bebida.

Además Ramírez y Pérez (2018) en la elaboración de una bebida funcional a base de melón, maracuyá y pimiento indican valores de polifenoles totales de 15.05g EGA/100g y una capacidad antioxidante de 1.02 $\mu$ mol TE/100g. Así mismo, Atalaya (2018) en su investigación sobre la elaboración de una bebida funcional a base de camu-camu, uva y betarraga encontró valores de polifenoles totales de 5.24g EGA/100g y capacidad antioxidante de 787.34 $\mu$ mol TE/100g en la bebida.

Según Morais et al, (2016) en su investigación sobre la elaboración de una bebida láctea de jugo de uva reportaron valores de 7.28g de GAE/100g del contenido de polifenoles y 1.33 $\mu$ mol TE/100g de capacidad antioxidante, aunque su aporte antioxidante es bajo, la adición de frutas añade valor nutricional al suero de leche, por ende promueve la aceptación del consumidor debido a que muchas personas no aprecian el sabor de la leche pura, aumentando los nutrientes de los productos lácteos tradicionales. Cortellino & Rizzolo (2018) indican en su investigación sobre la estabilidad de almacenamiento de nuevas bebidas funcionales basadas en suero de leche ricotta y jugos de frutas obtuvieron valores de 4.09g GAE/100g de polifenoles totales y 15.62 $\mu$ mol TE/100g de capacidad antioxidante, a pesar de las pérdidas de compuestos bioactivos, ambas bebidas presentaron un valor nutricional interesante, además de mejorar la sostenibilidad del sector lácteo.

Con base a las investigaciones mostradas anteriormente, relacionadas a bebidas con adición de frutas y comparando los resultados con el presente trabajo se puede seleccionar al tratamiento T3 como el mejor, debido a que presenta valores más altos tanto para polifenoles totales (4.74g EGA/100g) así como para capacidad antioxidante (86 $\mu$ mol TE/100g de la muestra), convirtiéndose en una bebida fermentada con potenciales propiedades funcionales sobretodo en función del aporte significativo de fenoles, puesto que el valor encontrado está dentro del rango de bebidas con dichas características.

## 4.2.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

### VISCOSIDAD

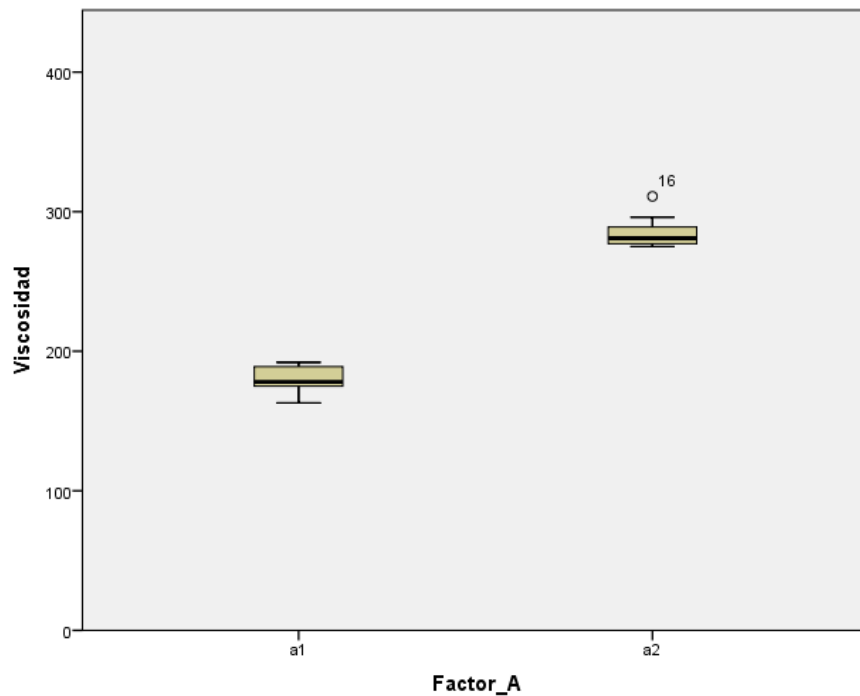
Mediante el análisis de varianza (cuadro 4.7), se estableció diferencias estadísticas significativas solo para el factor A, puesto que su significancia es  $p > 0.05$ , evidenciando que el porcentaje de lactosuero, influyó directamente en la viscosidad de la bebida.

**Cuadro 4.7.** ANOVA para la variable viscosidad

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados tipo	Media cuadrática	F	Sig.
Total	17	52090.944			
Factor_A	1	50244.500	50244.500	403.031	0.000**
Factor_B	2	86.111	43.056	0.345	0.715 <sup>NS</sup>
Factor_A * Factor_B	2	264.333	132.167	1.060	0.377 <sup>NS</sup>
Error	12	1496.000	124.667		

Para el gráfico de caja y bigotes del factor A, mostró una mayor viscosidad para el nivel a2 (60% lactosuero), esto tiene relación con lo manifestado por Cedeño y Zambrano (2019) quienes muestran que el lactosuero hace más densa la red para la formación del gel en bebidas lácteas, dándole firmeza y viscosidad, además de argumentar que la viscosidad se ve influenciada por la composición de la leche, el tratamiento térmico aplicado, el tipo de cultivo iniciador utilizado y el proceso de fermentación.

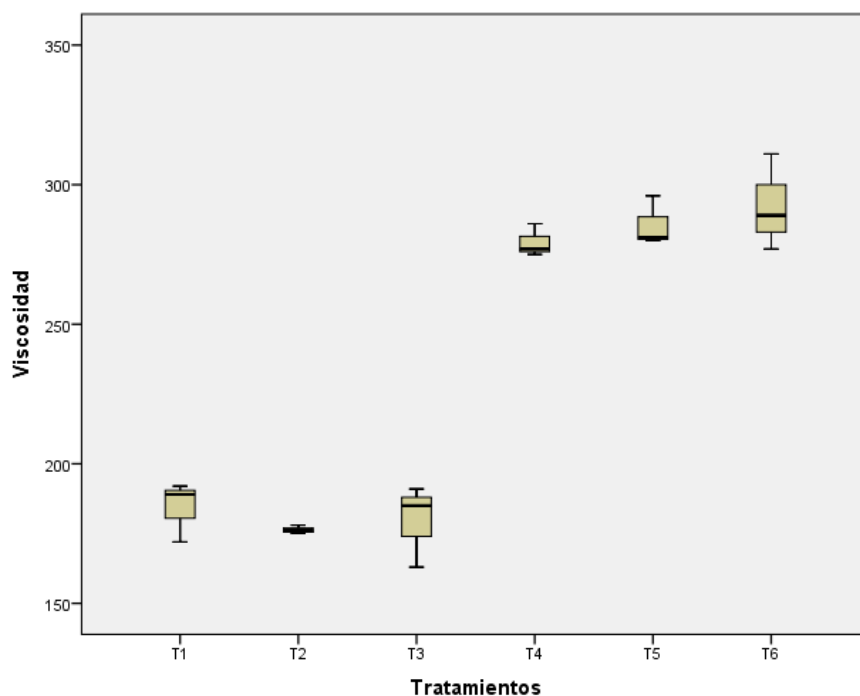




**Gráfico 4.6.** Gráfico de cajas y bigotes para el factor A en la variable de viscosidad

Mediante el gráfico de cajas y bigotes 4.7, se pudo determinar que para esta variable el mejor tratamiento es el T6 (60%lactosuero-1.5% de pulpa liofilizada de maracuyá), con un valor de 294mPa.s.

De acuerdo a la investigación realizada por Gavilanes et al,(2018) sobre una bebida láctea fermentada a base de lactosuero y harina de camote, se obtuvo un valor de viscosidad de 261.67cp (mPa.s), comprobando así la sinergia entre ellos, siendo este un valor aproximado al presente trabajo de investigación.



**Gráfico 4.7.** Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable de viscosidad

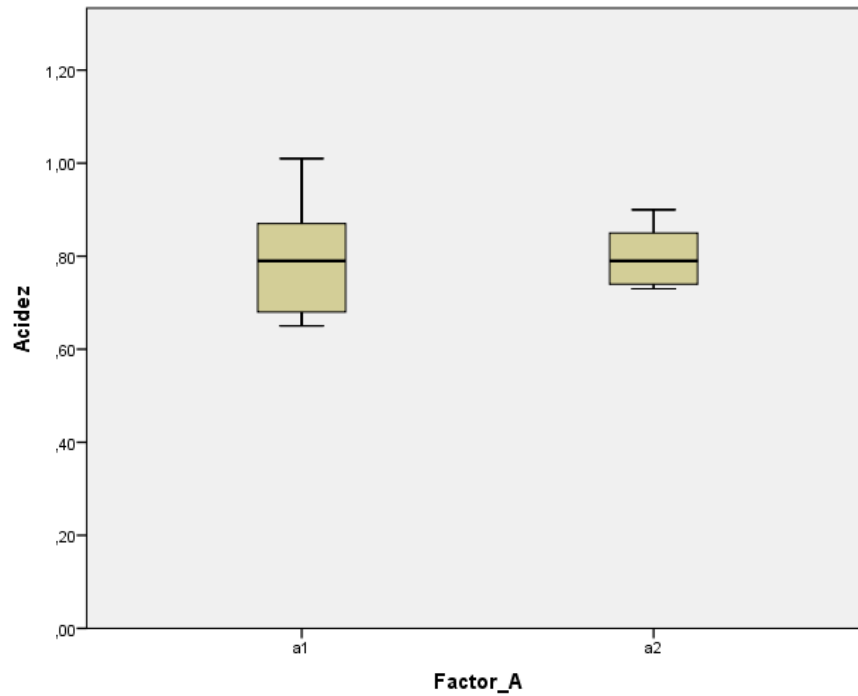
## ACIDEZ

En el cuadro 4.8, se presentan los resultados de acidez titulable para los factores en estudio, haciendo uso de la prueba de Kruskal Wallis, mediante la misma, se logró identificar que dentro de este parámetro existió diferencia significativa  $p < 0.05$  para el Factor B (Porcentaje de pulpa liofilizada de maracuyá) y la combinación de A\*B (ver anexo 9).

**Cuadro 4.8.** Prueba de Kruskal Wallis para la variable Acidez

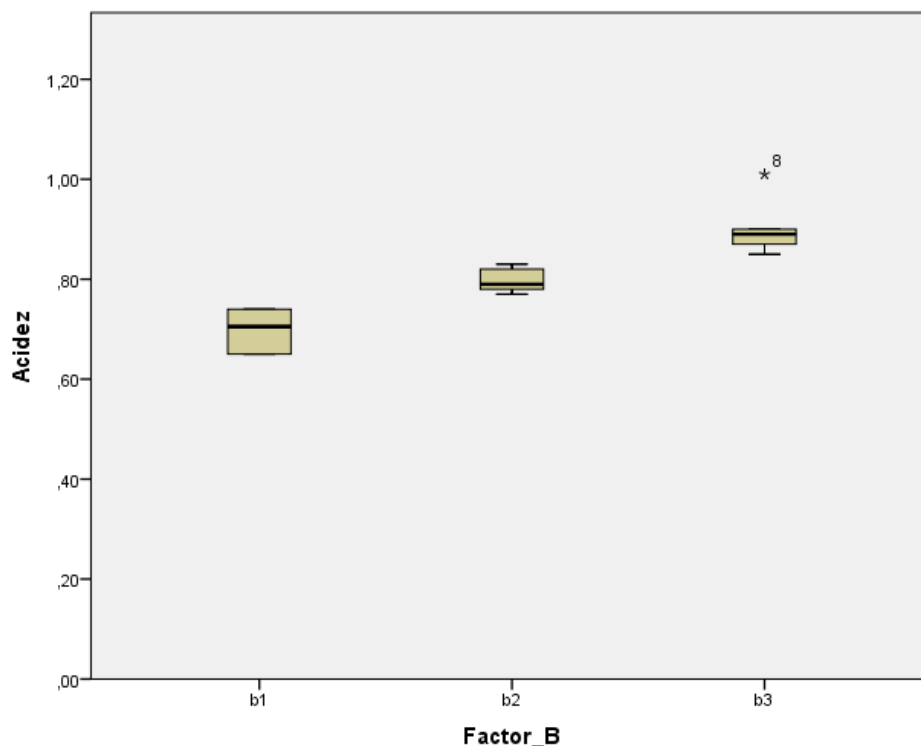
Variable Acidez	Sig.
Factor A	0.757
Factor B	0.000
Factor A*B	0.008

El factor A (porcentaje de lactosuero), no influyó en la acidez, tal y como se logra evidenciar en el gráfico 4.8 de cajas y bigotes, mostrando medias iguales para ambos niveles.



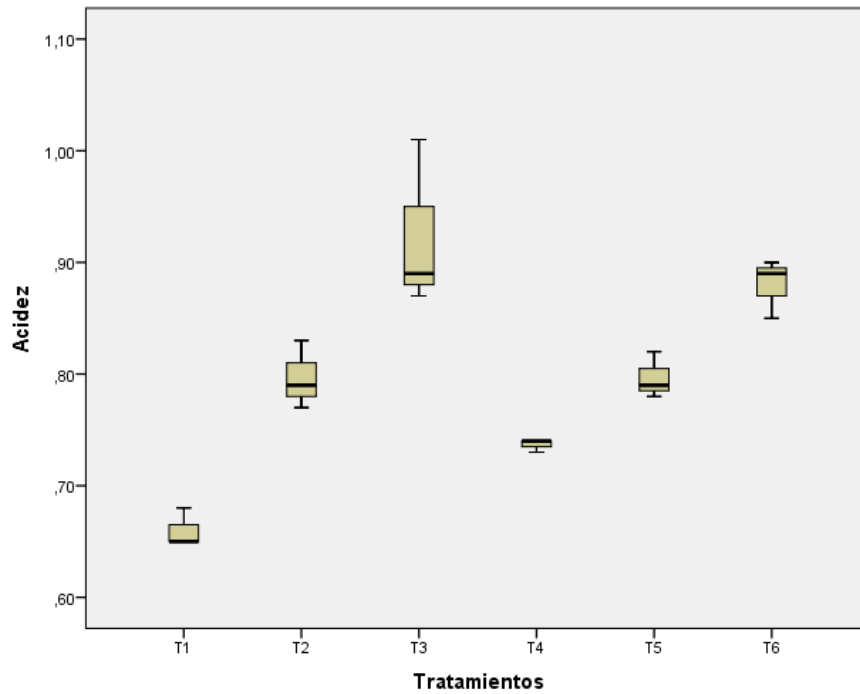
**Gráfico 4.8.** Gráfico de cajas y bigotes para el factor A en la variable de acidez

En el gráfico 4.9, se observa que a medida que aumenta el porcentaje de pulpa liofilizada, aumenta el porcentaje de acidez, por ello se indicó al nivel b3, como mejor nivel en estudio, para esta variable físico-química. Según Pardo et al, (2015) la maracuyá presenta como característica significativa su alto contenido de acidez, y este al ser incorporada en una bebida, incrementa la acidez a medida que se aumenta la dosis de pulpa.



**Gráfico 4.9.** Gráfico de cajas y bigotes para el factor B en la variable de acidez

El gráfico 4.10, muestra la acidez, para los diferentes tratamientos evaluados, mostrando como mejor a T3 (50% lactosuero dulce y 1.5% de pulpa liofilizada), teniendo como valor para este tratamiento en acidez de 0.94%. Este valor se encuentra similar al citado por Londoño et al, (2008) quienes reportan en su trabajo de investigación, sobre la elaboración de una bebida fermentada con suero y pulpa de maracuyá, una acidez de 0.90%. Por otra parte, Gavilanes et al, (2018) en su investigación referente a una bebida láctea fermentada con lactosuero dulce, muestran rangos de acidez de 0.63% - 0.78%, valores que se encuentran cercanos a los obtenidos en el presente trabajo y al mismo tiempo dentro de los límites establecidos por NTE INEN 2395 (2011) es decir entre 0.6% – 1.5% de acidez para bebidas lácteas.



**Gráfico 4.10.** Gráfico de cajas y bigotes para todos los tratamientos en la variable de acidez

La variación encontrada entre tratamientos, según García et al, (2015) se debe principalmente a la variación de acidez en las diferentes dosis de pulpa liofilizada de maracuyá, además Linares et al, (2014) en su investigación, consideran también influye el ácido láctico que se ha formado en el proceso de fermentación, producto de la degradación de lactosa en glucosa y galactosa.

# CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

- Mediante el análisis de las características funcionales de la pulpa liofilizada de maracuyá se pudo observar que la cantidad de polifenoles totales presento valores medios y la capacidad antioxidante valores altos, que pueden ser potencialmente transferidos a la bebida fermentada.
- El tratamiento T3 (50% de lactosuero dulce y 1.5% de pulpa liofilizada de maracuyá) arrojó los mejores resultados en cuanto a los valores de polifenoles totales y capacidad antioxidante, por lo tanto es una buena fuente potencial como bebida funcional.
- Los resultados de las características fisicoquímicas en la bebida láctea, ubicó al T6 (60% de lactosuero dulce y 1.5% de pulpa liofilizada de maracuyá) como el mejor parámetro para viscosidad y para el parámetro de acidez al T3 (50% de lactosuero dulce y 1.5% de pulpa liofilizada de maracuyá), resaltando que en ambos parámetros el porcentaje de pulpa no cambia.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Utilizar el tratamiento T3 (50% lactosuero-1.5% de pulpa liofilizada) para la elaboración de una bebida láctea funcional y tener como precedente de nuevas investigaciones.
- Evaluar otras partes de la maracuyá para determinar si presentan mayor capacidad antioxidante, además de cuantificar sus compuestos bioactivos.
- Desarrollar formulaciones para obtener bebidas funcionales a base de pulpa del maracuyá (*Passiflora edulis*), aprovechando la presencia de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, E., & Sánchez, L. (2011). Plan de negocios para la producción y comercialización de bebidas naturales, saludables y nutritivas a base de frutas tropicales a implementarse en la ciudad de Guayaquil a partir del año 2011. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1704/13/UPSGT000164.pdf>
- Álava, C; Gómez, M; Maya, J. (2014). Caracterización fisicoquímica del suero dulce obtenido de la producción de queso casero en el municipio de Pasto. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 1, 1-11.
- Altamirano, S. 2013. Desarrollo de una bebida funcional elaborada a base de extracto de muicle (*Justicia spicigera*). Recuperado de <https://docplayer.es/15897278-Universidad-veracruzana-programa-educativo-ingenieria-en-alimentos.html>
- Alvarado, C., & Guerra, M. (2010). Lactosuero como fuente de péptidos bioactivos. *Revista Anales Venezolanos de Nutrición*, 23(1), 3.
- 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), 1-11.
- Arias, L; Araque, L; Ostojich, Z, Balbuena, J; Zerpa, S. (2019). Aceptabilidad de bebidas lácteas achocolatadas fortificadas con ácidos grasos omega-3 de origen animal y vegetal. *Revista Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4, 2.
- ARCSA. (2015). Reglamento sanitario de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano. Recuperado de <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/REGLAMENTO-SANITARIO-DE-ETIQUETADO-DE-ALIMENTOS-PROCESADOS-PARA-EL-CONSUMO-HUMANO-junio-2014.pdf>
- Atalaya, J. (2018). Elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de camu-camu (*Myrciaria dubia*), uva (*Vitis vinifera*) y betarraga (*Beta vulgaris*). Recuperado de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/1952/RESUME%20TIAIAyA-04-05.pdf>
- Beldarraín, T., Cepero, Y., Bruselas, A., Santos, R., Ramos, M., Moya, Y., & Vergara, N. (2008). Caracterización de cultivos iniciadores en productos cárnicos. Parte 1. *Revista Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 18(2), 1-8.

- Caballero, B; Márquez, C & Betancur, M. (2017). Efecto de la liofilización sobre las características físico-químicas del ají rocoto (*Capsicum pubescens R & P*) con o sin semilla. *Revista Bioagro*, 29(3), 1-10.
- Cárdenas, G., Arrazola, G., & Villalba, M. (2015). Frutas tropicales: fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos. *Revista INGENIUM*, 17(33), 1-12.
- Carlos, J. (2018). Efecto de la aplicación de N, K, B, Si y Ga<sub>3</sub> sobre el rendimiento del fruto de maracuyá (*Passiflora edulis f.v*) variedad INIAP-2009 en el cantón Daule. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28746/1/Carlos%20Mora%20Jos%c3%a9%20Rolando.pdf>
- Carranza, K. (2015). Características y propiedades funcionales de la *pasiflora edulis* "maracuyá". Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4323/CARRANZA%20RIOS%20KELLY%20YESENIA.pdf>
- Cedeño, H & Zambrano, J. (2019). Efecto de la pulpa de mango y aloe vera en la composición fisicoquímica de una bebida láctea fermentada. Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1133>
- Cerquera, N., Parra, A., & Camacho, J. (2012). Determinación de variables de secado en lámina para la deshidratación de pulpa de maracuyá. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6(2), 1-11.
- Córdoba, E & Sánchez, H. (2019). Capacidad antioxidante in vitro del suero de leche entera, con 2,2 Difenil – 1- Picrilhidrazilo "DPPH". Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/14579/Cordova%20Rodriguez%20Elva%20Araceli.pdf>
- Cortellino, G & Rizzolo, A. (2018). Storage Stability of Novel Functional Drinks Based on Ricotta Cheese Whey and Fruit Juices. *Revista Beverages*, 4(67), 1-16.
- Cortés, M; Herrera, E & Rodríguez, E. (2015). Optimización experimental del proceso de liofilización de uchuva adicionada con componentes activos por impregnación al vacío. *Revista VITAE*, 22(1), 1-10.
- Coronado, R. (2019). Elaboración de una bebida con extracto de zanahoria (*Daucus Carota*) combinado con zumo de mandarina (*Citrus Reticulata*) y naranja agria (*Citrus Aurantium*) y evaluación de su capacidad antioxidante. Recuperado de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/3056>



- Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K., & Liu, R. H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(10), 3010-3014.
- Díaz, L., Padilla, C., & Sepúlveda, C. (2006). Identificación del principal pigmento presente en la cáscara del maracuyá púrpura (*Passiflora edulis*). *Revista Información tecnológica*, 17(6), 3.
- Folin, C; Ciocalteau, V. Tyrosine and tryptophan determination in proteins. *J. Biol. Chem.* 73, 627-650, 1927.
- Forero, J. (2015). Bebidas lácteas fermentadas. *Vanguardia*. Recuperado de <https://www.lavanguardia.com/comer/tendencias/20190131/46126869537/bebidas-probioticas-beneficios-kombucha-kefir.html>
- Fuentes, L., Acevedo, D., & Gelvez, V. (2015). Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 1-10.
- Franco, G; Cartagena, J; Correa, G; Rojano, B; Piedrahita, A. (2014). Actividad antioxidante del jugo de *Passiflora edulis Sims* (Gulupa) durante la poscosecha. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 19(3), 1-13.
- García, C., Alvis, A & Romero, P. (2015). Aplicación del Mapa de Preferencia Externo en la Formulación de una Bebida Saborizada de Lactosuero y Pulpa de Maracuyá. *Revista de Información Tecnológica*, 26(5), 1-8.
- Gavilanes, P., Zambrano, A., Romero, C., Moro, A. (2018). Evaluación de una bebida láctea fermentada novel a base de lactosuero y harina de camote. Calceta, Manabí, EC. La Técnica: *Revista de las Agrociencias*, 26(2), 1-14.
- Gómez, E., Andaverde, J., Santoyo, E., & Urquiza, G. (2009). Determinación de la viscosidad y su incertidumbre en fluidos de perforación usados en la construcción de pozos geotérmicos: aplicación en el campo de Los Humeros, Puebla, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 19, 1-14.
- Google Earth. (2019). Ubicación Geográfica de la ESPAM MFL. Recuperado de <https://www.google.com/earth/>
- Google Earth. (2019). Ubicación Geográfica de la ULEAM. Recuperado de <https://www.google.com/earth/>
- Gorostidi, N. (2014). Estudio de la valorización de lactosuero mediante la obtención de una bebida fermentada funcional en salinas de Guaranda, Ecuador. Recuperado de <https://academica->

e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/22670/NAIARA\_%20GOROSTIDI\_%20MART%C3

- Grajales, L., Cardona, W., & Orrego, C. (2005). Liofilización de carambola (*Averrhoa carambola L.*) osmodeshidratada. *Revista Ingeniería y Competitividad*, 7(2), 1-9.
- Granda, A. (2018). Cinco de 67 industrias lecheras procesan el lactosuero. *El Telégrafo*. Recuperado de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/industrias-lecheras-procesan-lactosuero>
- Hernández, B & Amigo, L. (2004). La leche como fuente e antioxidantes naturales. *Revista de Alimentación, Nutrición y Salud*. 11(3), 1-32.
- Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., García-Parilla, M. C., Troncoso, A. M., & Fett, R. (2004). Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos. *Food Science and Technology*, 24(4), 691-693.
- Lácteos Latam. (2017). Bebida láctea fermentada utilizando lactosuero. Recuperado de <https://www.foodnewslatam.com/paises/89-peru/7009-bebida-l%C3%A1ctea-fermentada-utilizando-lactosuero.html>
- Lácteos Latam. (2017). Lactosuero para el desarrollo de una bebida con antioxidantes. Recuperado de <https://www.lacteoslatam.com/sectores/33-funcionales/3559-lactosuero-para-el-desarrollo-de-una-bebida-con-antioxidantes.html>
- Linares, G., Díaz, L., Haro, R., Puelles, J., Arana, L., Retto, P., Yañez, K., Muñoz, B & 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. *Revista Agroindustrial Science*. 4(2), 1-9.
- Londoño, M., Sepúlveda, J., Hernández, A & Parra, J. (2008). Bebida fermentada de suero de queso fresco inoculada con *Lactobacillus casei*. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 61(1), 1-14.
- López, C., González, C., Guerrero, M., Mariño, G., Jácome, B., & Beltrán, E. (2019). Estudio de la estabilidad de los antioxidantes del vino de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa l*) en el almacenamiento. *Revista LA GRANJA*, 29(1), 1-14.
- Martínez, S. (2017). Estudio del efecto de microencapsulación sobre la bioaccesibilidad gástrica in vitro de compuestos bioactivos del taxo (*Passiflora mollisima*), mora (*Rubus glaucus benth*) y mortiño (*Vaccinium floribundum*

*kunth*). Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17357/1/CD-7856.pdf>

- Mieles, M., Yépez, L., & Ramírez, L. (2018). Elaboración de una bebida utilizando subproductos de la industria láctea. *Revista Enfoque UTE*, 9(2), 59-69.
- Molero, M., Flores, C., Leal, M., & Briñez, W. (2017). Evaluación sensorial de bebidas probióticas fermentadas a base de lactosuero. *Revista Científica*, 27(2), 1-9.
- Molina, J., Martínez, H., & Andrade, M. (2019). Potencial agroindustrial del epicarpio de maracuyá como ingrediente alimenticio activo. *Revista Información tecnológica*, 30(2), 1-12.
- Montesdeoca, R., Benítez, I., Guevara, R., & Guevara, G. (2017). Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(1), 1-7.
- Muñoz, A., Ramos, D., Alvarado, C., & Castañeda, B. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(3), 1-8
- Morais, A., Tiburski, J., Teixeira, N., Deliza, R., Ferreira, E., Rosenthal, A. (2016). Physicochemical parameters, bioactive components and antioxidant capacity of whey-grape juice beverage. Recuperado de <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1056906/1/872.pdf>
- Moreira, A., Mendes, M., Pereira, F., Pinto, Í., Diniz, & Florindo, M. (2017). Antioxidant activity and physicochemical analysis of passion fruit (*Passiflora glandulosa* Cav.) pulp native to Cariri region. *Revista Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 39(4), 1-6.
- NTE INEN 2395. (2011). Leches fermentadas. Requisitos. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-2395-2r.pdf>
- NTE INEN 2564. (2011). Bebidas lácteas. Requisitos. Recuperado de <https://archive.org/details/ec.nte.2564.2011/page/n1/mode/2up>
- NTE INEN 2594. (2011). Suero de leche líquido. Requisitos. Recuperado de <https://studylib.es/doc/6353148/nte-inen-2594--suero-de-leche-l%C3%ADquido.-requisitos>
- Ocaña, E. (2013). Obtención de uva liofilizada. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1401/1/T-UCE-0008-%2006.pdf>

- Obregón, P & Obregón, A. (2019). Obtención de un alimento liofilizado a base de maracuyá (*Passiflora edulis*) y camu camu (*Myrciaria dubia*). *Revista Journal of Agro-Industry Sciences*, 1(1), 1-8.
- Oliveira, A., Lima, E., & Montenegro, T. (2013). Bebidas lácteas com soro de queijo e frutas. *Revista Ciência Rural*, 43(9), 1-9.
- Parada, M., Tapia, Z., Llerena, E., Carreras, F., & Manobanda, P. (2019). Hidrólisis enzimática con  $\beta$ -galactosidasa de *Kluyveromyces lactis* para la obtención de jarabe de lactosuero. *Revista Perfiles*, 1(21), 46-53.
- Pardo, A. (2015). Evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en la pulpa de la maracuyá (*Passiflora edulis*). Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2879/1/CD000015-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>
- Pardo, A., Matute, N., & Echavarría, A. (2018). Determinación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*). *Revista UNEMI*, 1(1), 1-7.
- Parrado, P. (2018). Evaluación técnica y financiera para la producción de una bebida láctea a partir de suero de leche para Lácteos Levelma. Recuperado de <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6728/1/6111663-2018-1-IQ.pdf>
- Poveda, E. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista Chilena de Nutrición*, 40(4), 1-8.
- Ramírez, C & Pérez, Y. (2018). Elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de melón "*Cucumis melo*", maracuyá "*Passiflora edulis*", y pimiento "*Capsicum annum*". Recuperado de <http://200.48.129.167/bitstream/handle/UNJFSC/490/RESUMEN%20TFIAIAYA-01-36.pdf>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Rodríguez, D., & Hernández, A. (2017). Desarrollo de una bebida fermentada de suero con la adición de jugo de Aloe vera y pulpa de fruta. *Revista Tecnología Química*, 37(1), 1-13.
- Rodríguez, G., Aguirre, E., Sandoval, B., & Quezada, S. (2019). Efecto de las metodologías de liofilización en la calidad de frutas deshidratadas. Recuperado de <https://www.uns.edu.pe/recursos/investigaciones/60.pdf>

- Ruíz, F., Cabrera, F., Pérez, R., & Rodríguez, G. (2018). Formulación de una bebida a base de lactosuero con sabor a maracuyá (*Passiflora edulis*). *Revista Ciencia Norandina*, 1(2), 32-35.
- Sánchez, N., Sepúlveda, J., & Rojando, B. (2013). Desarrollo de una bebida láctea con extractos de curuba (*Passiflora mollissima bailey*) como antioxidante natural. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 1-10.
- Santillán, E., Méndez, M., & Vélez, J. (2014). Productos lácteos funcionales, fortificados y sus beneficios en la salud humana. *Revista Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 8(1), 1-10.
- Suárez, R., & Tinoco, X. (2014). Elaboración de una bebida funcional a base de frutas tropicales. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2373/1/1090.pdf>
- Surco, F., Tipiana, R., Torres, Y., Valle, M., & Panay, J. (2017). Efectos de liofilización sobre composición química y capacidad antioxidante en pulpa de cuatro variedades de *Mangifera indica*. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(4), 1-8.
- Van Hissenhoven, S. (2017). Evaluación de diferentes cultivos de baja post acidificación aplicados a una bebida láctea fermentada. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/59540/1/Tesis%20Silvina%20van%20Hissenhoven.pdf>
- Vargas, D. (2015). Efecto de la liofilización sobre propiedades fisicoquímicas y vida útil de cocona (*Solanum sessiliflorum Dunal*) en polvo. Recuperado de [http://www.bdigital.unal.edu.co/48720/1/Diana\\_Patricia\\_Vargas\\_Mu%C3%B1oz.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/48720/1/Diana_Patricia_Vargas_Mu%C3%B1oz.pdf)
- Vega, G. (2012). Elaboración y control de calidad de una bebida a base de suero de leche y avena (*Avena sativa*), para PRODUCCOOP "El Salinerito". Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2600/1/56T00377.pdf>
- Velasco, S. (2015). Aprovechamiento de los productos agrícolas, papaya (*Carica papaya*) y maracuyá (*Passiflora edulis*, *Flavicarpa*) de la parroquia San Antonio del cantón Santa Rosa de la provincia del Oro para la producción de un néctar natural. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2877/3/CD000013-TRABAJO%20COMPLETO.pdf>

- Velázquez, A., Covatzin, D., Toledo, M., & Vela, G. (2018). Bebida fermentada elaborada con bacterias ácido lácticas aisladas del pozol tradicional chiapaneco. *Revista Ciencia UAT*, 13(1), 1-14.
- Vivas, Y., Morales, A., & Otálvaro, Á. (2017). Aprovechamiento de lactosuero para el desarrollo de una bebida refrescante con antioxidantes naturales. *Revista Alimentos Hoy*, 25(40), 1-15.
- Yábar, E., Chirinos, R., & Campos, D. (2019). Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en tres ecotipos de maca (*Lepidium meyenii Walp.*) durante la pre-cosecha, cosecha y secado natural post-cosecha. *Revista Scientia Agropecuaria*, 10(1), 1-13.
- Zapata, S; Piedrahita; A & Rojano, B. (2014). Capacidad atrapadora de radicales oxígeno (ORAC) y fenoles totales de frutas y hortalizas de Colombia. *Revista Perspectivas en Nutrición Humana*, 16(1), 1-12.
- Zambrano, C., & Zambrano, J. (2013). Bebida láctea fermentada utilizando lactosuero como sustituto parcial de leche y diferentes estabilizantes comerciales. Recuperado de <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/161>

# **ANEXOS**

## Anexo 1



Pulpa de maracuyá congelada, posterior para el proceso de liofilización

## Anexo 2



Obtención de la pulpa liofilizada de maracuyá



### Anexo 3



Obtención del lactosuero dulce

### Anexo 4



Obtención de las bebidas lácteas fermentadas

## Anexo 5



Muestras para los análisis físico-químicos de la bebida

## Anexo 6



Análisis de viscosidad de la bebida

## Anexo 7



Análisis de acidez de la bebida

## Anexo 8

Estadísticos de contraste <sup>a,b</sup>	
	Polifenoles_Totales
Chi-cuadrado	0.704
Gl	1
Sig. asintót.	0.402
a. Prueba de Kruskal-Wallis	
b. Variable de agrupación: Factor_A	

---

**Estadísticos de contraste<sup>a,b</sup>**

---

Polifenoles\_Totales

---

Chi-cuadrado	160111
Gl	5
Sig. asintót.	0.007

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamientos

---



---

**Estadísticos de contraste<sup>a,b</sup>**

---

Polifenoles\_Totales

---

Chi-cuadrado	15.158
Gl	2
Sig. asintót.	0.001

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Factor\_B

---

Prueba detallada de Kruskal Wallis para la variable Polifenoles totales

### Anexo 9

Estadísticos de contraste <sup>a,b</sup>	
Acidez	
Chi-cuadrado	15.221
gl	2
Sig. asintót.	0.000
a. Prueba de Kruskal-Wallis	
b. Variable de agrupación: Factor_B	

Estadísticos de contraste <sup>a,b</sup>	
Acidez	
Chi-cuadrado	15.720
gl	5
Sig. asintót.	0.008
a. Prueba de Kruskal-Wallis	
b. Variable de agrupación: Tratamientos	

Estadísticos de contraste <sup>a,b</sup>	
Acidez	
Chi-cuadrado	0.096
Gl	1
Sig. asintót.	0.757
a. Prueba de Kruskal-Wallis	
b. Variable de agrupación: Factor_A	

Prueba detallada de Kruskal Wallis para la variable acidez

## Anexo 10

*Lab. De Investigación de Alimentos*



**Uleam**  
UNIVERSIDAD LAICA  
ELOY ALFARO DE MANABÍ

Facultad Ciencias Agropecuarias

Manta 23 de septiembre de 2019

**A Quien Corresponda**

Ciudad. -

**CERTIFICO:** Que los análisis presentados en este informe corresponden a los estudiantes **Carranza Giler Carolina Stefania C.I. 131377845-6** y **Luna Velásquez Yohan Gabriel C.I. 131280802-3**, Estudiantes de Pregrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM MFL.). Los análisis fueron realizados en el Lab. De Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la (ULEAM), siendo estos los siguientes: **(Cuantificación de Polifenoles Totales y Capacidad de inhibir radical libre 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolino -6- ácido sulfónico) (ABTS<sup>•+</sup>) Capacidad Antioxidante, en pulpa de maracuyá)**, dichos análisis corresponden al trabajo de titulación **“Efecto del lactosuero dulce y pulpa liofilizada de maracuyá en una bebida láctea fermentada funcional”**.

Tratamientos	Polifenoles R1 (g EAG /100g)	Polifenoles R2 (g EAG /100g)	Polifenoles R3 (g EAG /100g)	Método de ensayo
PULPA LIOFILIZADA (Maracuyá)	23,04±01	22,95±02	23,12±02	Folin Ciocalteu 1927

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

Tratamientos	R1 TEAC(μM/g)	R2 TEAC(μM/g)	R3 TEAC(μM/g)	Método de ensayo
PULPA LIOFILIZADA (Maracuyá)	86,70±02	88,10±05	88,00±01	Kuskoski et al. (2005)

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

Atentamente,



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



[www.uleam.edu.ec](http://www.uleam.edu.ec)



Resultados del análisis de las características funcionales de la pulpa liofilizada de maracuyá

## Anexo 11

  	
REPUBLICA DEL ECUADOR <b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ</b> <b>MANUEL FÉLIX LÓPEZ</b>	
<b>LABORATORIOS DEL ÁREA AGROINDUSTRIAL</b>	
<b>NOMBRE DE ESTUDIANTES:</b>	Carranza Giler Carolina Stefania Luna Velásquez Yohan Gabriel
<b>DIRECCIÓN:</b>	CALCETA
<b>FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:</b>	24/10/2019
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS:</b>	24/10/2019
<b>MUESTRAS ENVIADAS:</b>	1

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: LACTOSUERO DULCE		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
pH	----	6,85
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,13
Densidad	g/ml	1,027
Grasa	%	1,1
Proteína	%	0,94
Solidos totales	%	7,72
Cenizas	%	0,45


  
  
 Ing. Jorge Teca  
 TÉCNICO DEL LABORATORIO

Resultados de los análisis físico-químicos del lactosuero dulce

## Anexo 12

Lab. De Investigación de Alimentos

Facultad Ciencias Agropecuarias

 **Uleam**  
UNIVERSIDAD LUISA  
ELOY ALFARO DE MANABÍ

Manta 19 de diciembre de 2019

**A Quien Corresponda**

Ciudad. -

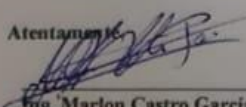
**CERTIFICO:** Que los análisis presentados en este informe corresponden a los estudiantes **Carranza Giler Carolina Stefania C.I. 131377845-6** y **Luna Velásquez Yohan Gabriel C.I. 131280802-3**, Estudiantes de Pregrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM MFL.) Los análisis fueron realizados en el Lab. De Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la (ULEAM), siendo estos los siguientes: (Cuantificación de Polifenoles Totales y Capacidad de inhibir radical libre 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolino -6- ácido sulfónico) (ABTS<sup>•+</sup>) Capacidad Antioxidante, en pulpa de maracuyá), dichos análisis corresponden al trabajo de titulación "Efecto del lactosuero dulce y pulpa liofilizada de maracuyá en una bebida láctea fermentada funcional".

Tratamientos	Polifenoles R1 (mg EAG /100g)	Polifenoles R2 (mg EAG /100g)	Polifenoles R3 (mg EAG /100g)	Método de ensayo
T1	1,72±01	1,65±05	1,69±02	Folin Ciocalteau 1927
T2	2,83±02	2,11±03	2,94±06	Folin Ciocalteau 1927
T3	4,98±00	4,90±04	4,50±05	Folin Ciocalteau 1927
T4	1,33±05	1,21±01	1,50±02	Folin Ciocalteau 1927
T5	2,90±04	2,15±03	2,33±04	Folin Ciocalteau 1927
T6	3,19±06	3,01±01	3,69±03	Folin Ciocalteau 1927

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

Tratamientos	R1 TEAC(μM/g)	R2 TEAC(μM/g)	R3 TEAC(μM/g)	Método de ensayo
T1	87,66±06	88,11±05	86,16±09	Kuskoski et al. (2004)
T2	88,25±07	90,66±03	89,58±02	Kuskoski et al. (2004)
T3	88,33±08	91,00±05	91,66±02	Kuskoski et al. (2004)
T4	74,83±02	78,27±03	77,05±05	Kuskoski et al. (2004)
T5	82,25±01	78,16±06	84,08±01	Kuskoski et al. (2004)
T6	81,83±05	85,33±03	83,83±03	Kuskoski et al. (2004)

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

Atentamente,  
  
Ing. Marlon Castro Garcia, Mg.  
Téc. Responsable de Lab. De Tecnologías de Lácteos  
Téc. Responsable de Lab. De Investigación de Alimentos

www.uleam.edu.ec

**Uleam**

Resultados del análisis de las características funcionales de la pulpa liofilizada de maracuyá



## Anexo 13

 	
REPUBLICA DEL ECUADOR <b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI</b> <b>MANUEL FÉLIX LÓPEZ</b>	
<b>LABORATORIOS DEL AREA AGROINDUSTRIAL</b>	
<b>NOMBRE DEL ESTUDIANTE:</b>	Carranza Giler Carolina Stefania Luna Velásquez Yohan Gabriel
<b>DIRECCIÓN:</b>	CALCETA
<b>FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS:</b>	11/12/2019
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS:</b>	11/12/2019
<b>MUESTRAS ENVIADAS:</b>	18

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
<b>T<sub>1</sub>R<sub>1</sub></b>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,68
Viscosidad	mPa*s	192

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
<b>T<sub>1</sub>R<sub>2</sub></b>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,65
Viscosidad	mPa*s	189



IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,65
Viscosidad	mPa*s	172

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T <sub>2</sub> R <sub>1</sub>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,79
Viscosidad	mPa*s	178

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T <sub>2</sub> R <sub>2</sub>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,77
Viscosidad	mPa*s	176

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T <sub>2</sub> R <sub>3</sub>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,83
Viscosidad	mPa*s	175

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T <sub>3</sub> R <sub>1</sub>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,87
Viscosidad	mPa*s	191

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T <sub>3</sub> R <sub>2</sub>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	1,01
Viscosidad	mPa*s	185

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T <sub>3</sub> R <sub>3</sub>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,89
Viscosidad	mPa*s	163

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T <sub>4</sub> R <sub>1</sub>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,74
Viscosidad	mPa*s	286

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T <sub>4</sub> R <sub>2</sub>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,74
Viscosidad	mPa*s	277

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T <sub>4</sub> R <sub>3</sub>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,73
Viscosidad	mPa*s	275



IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
<b>T<sub>5</sub>R<sub>1</sub></b>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,82
Viscosidad	mPa*s	296

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
<b>T<sub>5</sub>R<sub>2</sub></b>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,78
Viscosidad	mPa*s	281

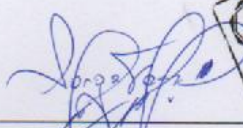
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
<b>T<sub>5</sub>R<sub>3</sub></b>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,79
Viscosidad	mPa*s	280

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
<b>T<sub>6</sub>R<sub>1</sub></b>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,85
Viscosidad	mPa*s	311

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
<b>T<sub>6</sub>R<sub>2</sub></b>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,90
Viscosidad	mPa*s	289



IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: BEBIDA LÁCTEA		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
T <sub>6</sub> R <sub>3</sub>		
Acidez (Expresada en ácido láctico)	%	0,89
Viscosidad	mPa*s	277

  
Ing. Jorge Teca Delgado

ANALISTA



Resultados de los análisis físico-químicos de la bebida