

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE LACTOSUERO CON LA
ADICIÓN DE MESOCARPIO DE *COFFEA ARÁBICA***

POR

ALEX JAVIER MEJIA FUNES

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2025

ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE LACTOSUERO CON LA
ADICIÓN DE MESOCARPIO DE *COFFEA ARÁBICA*.

POR

ALEX JAVIER MEJIA FUNES

JUAN ALMILCAR COLINDRES MONCADA

ASESOR PRINCIPAL

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2025

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivo específico	3
III. MARCO TEORICO.....	4
3.1. Bebidas funcionales.....	4
3.1.1. Definición de bebida funcional	4
3.1.2. Clasificación de bebidas funcionales (fermentadas, vegetales, lácteas)	4
3.1.3. Importancia de los alimentos funcionales en la salud humana	5
3.1.4. Tendencias actuales de consumo de bebidas funcionales.....	5
3.2. Lactosuero	6
3.2.1. ¿Qué es el lactosuero? (composición y origen)	6
3.2.2. Usos actuales del lactosuero en la industria alimentaria	6
3.2.3. Propiedades nutricionales y funcionales del lactosuero	6
3.2.4. Aplicaciones del lactosuero en bebidas.	7
3.3. Mesocarpio de <i>Coffea arábica</i>	7
3.3.1. Estructura del fruto del café (explicación del mesocarpio).....	7
3.3.2. Composición nutricional y fotoquímica del mesocarpio	8
3.3.3. Estudios previos sobre el uso del mesocarpio en alimentos o bebidas	8
3.3.4. Potencial del mesocarpio como ingrediente funcional (fibra, antioxidantes, polifenoles).....	9
3.4. Compuestos bioactivos y propiedades funcionales	9
3.4.1. Compuestos fenólicos: definición, función en salud, fuentes	9
3.4.2. Flavonoides: importancia y beneficios.....	10
3.4.3. Actividad antioxidante: mecanismos y relevancia	10
3.4.4. Métodos de análisis (breve mención técnica: Folin-Ciocalteu, DPPH, ABTS, HPLC)	
11	
3.5. Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de bebidas.....	12
3.5.1. Parámetros fisicoquímicos comunes: pH, acidez, sólidos solubles, etc.	12
3.5.2. Evaluación sensorial: métodos, escala hedónica, panel de catadores	12
3.5.3. Relación entre propiedades funcionales y la aceptación del consumidor.	13
3.6. Antecedentes de investigaciones similares	13

3.6.1.	. Estudios sobre bebidas con lactosuero y frutas, subproductos o extractos vegetales	13
3.6.2.	Trabajos que han usado partes del café como ingrediente funcional	14
3.6.3.	Casos de éxito de bebidas funcionales fermentadas o enriquecidas	14
IV.	MATERIALES Y METODOS	15
4.1.	Lugar de la investigación	15
4.3.	Método	16
4.4.	Etapas de la investigación	16
4.4.1.	Fase I. Preparación del mesocarpio de <i>Coffea arábica</i> .	17
4.4.2.	Fase 2. Formulación en porcentajes de los ingredientes para la elaboración de la bebida.	19
4.4.3.	Fase III. Análisis fisicoquímico	22
4.4.4.	Fase IV. Análisis de Compuestos Fenólicos Totales.	22
4.3.5.	Fase V. Análisis Sensoriales.	23
4.4.	Diseño experimental	24
4.5.	Análisis de los resultados Diseño experimental	24
V.	RESULTADOS Y DISCUSION	25
5.1.	Elaboración de la bebida	25
5.2	Análisis Fisicoquímicos	26
5.3	Análisis compuestos Bioactivos.	27
5.4.	Análisis Sensoriales	28
VI.	CONCLUSIONES	30
VII.	RECOMENDACIONES	31
VIII.	ANEXOS	32
IX.	BIBLIOGRAFIA	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales y equipo	15
Tabla 2. Formulación en % de la bebida	19
Tabla 3. Resultados de Análisis Fisicoquímicos.	26
Tabla 4. Resultados de Compuestos Fenólico	27
Tabla 5. Nivel de agrado de los diferentes tratamientos de la bebida.	28

TABLA DE FIGURA

Figura 1. Etapas de la investigación.....	17
Figura 2. Elaboración con diferentes porcentajes de mesocarpio coffea arabica.....	25

INDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Elaboración de la Bebida.....	32
Anexos 2. Análisis Fisicoquímicos	33
Anexos 3. Análisis Hplc.....	34
Anexos 4. Análisis Sensorial.....	35

DEDICATORIA

Dios por ser mi fuente de fortaleza, sabiduría y guía constante durante todo este proceso académico y personal.

A mi familia en general, a mis padres y esposa por su apoyo incondicional sacrificio y amor pilares fundamentales que me impulsan a seguir adelante con determinación y humildad.

A mis docentes y asesores, por sus valiosas enseñanzas y orientación que me permitieron culminar con éxito este proyecto.

Y a todos aquellos que creen en la capacidad de la ciencia y la tecnología alimentaria para transformar los recursos naturales en productos que benefician la salud y el desarrollo sostenible.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG) por la formación integral, el apoyo institucional y el acompañamiento brindado durante el proceso académico y de investigación.

Se agradece de manera especial a mis asesores en general, por su orientación técnica, compromiso y dedicación durante la ejecución de este trabajo de investigación.

Mi agradecimiento también a la Universidad de Cuenca por facilitar los espacios, recursos y apoyo científico que hicieron posible la realización de los análisis experimentales y sensoriales de este trabajo.

Finalmente, a mi familia, por su paciencia, comprensión y amor, por ser la inspiración que me impulsa a superarme cada día.

Resumen

El lactosuero es un subproducto de importancia nutricional cuyo aprovechamiento permite formular alimentos funcionales sostenibles. El mesocarpio de *Coffea arábica* contiene compuestos fenólicos como los ácidos clorogénicos, responsables de actividad antioxidante y de un potencial valor agregado en matrices alimentarias. Se elaboraron cinco tratamientos: T1 (90:0), T2 (70:18), T3 (68:20), T4 (70:20) y T5 (68:18), incorporando 10 % de estevia, 1 % de goma xantana y 1 % de ácido cítrico. Se determinaron pH, °Brix y acidez titulable. El ácido clorogénico (3-CQA) se cuantificó mediante HPLC. La evaluación sensorial se realizó con 50 panelistas no entrenados utilizando escala hedónica de nueve puntos. Los datos se procesaron mediante ANOVA y prueba de Tukey ($p < 0.05$). Mostraron diferencias significativas en °Brix y acidez titulable ($p < 0.05$), indicando la influencia del mesocarpio en los sólidos solubles y la acidez del producto. El análisis HPLC determinó que T4 presentó la mayor concentración de ácido clorogénico (17,488.27 ng/mL), siendo significativamente superior a T2, T3 y T5. En la evaluación sensorial, T4 obtuvo la mayor aceptación global (80.6 ± 6.28^b), superando al control (64.72 ± 4.81^a) y al resto de tratamientos, lo cual evidencia que un mayor porcentaje de mesocarpio potencia tanto el contenido fenólico como el agrado del consumidor. En conclusión: la bebida funcional elaborada resultó tecnológicamente viable, estable y con adecuada aceptación. El tratamiento T4 se identificó como la formulación óptima debido a su equilibrio entre propiedades fisicoquímicas, bioactivos y sensoriales, constituyendo una alternativa sostenible para el aprovechamiento del lactosuero y del mesocarpio de café.

Palabras clave: Ácido clorogénico, aceptación sensorial, propiedades sensoriales

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el desarrollo de alimentos funcionales ha cobrado gran relevancia debido a la creciente demanda de los consumidores por productos que, además de satisfacer las necesidades nutricionales básicas, ofrezcan beneficios adicionales para la salud. En este contexto, las bebidas funcionales han emergido como una categoría dinámica y en constante expansión, gracias a su facilidad de consumo, versatilidad de formulación y capacidad para incorporar compuestos bioactivos como vitaminas, minerales, probióticos y antioxidantes.

El lactosuero, subproducto de la industria quesera, ha dejado de ser considerado un residuo para convertirse en una materia prima de alto valor nutricional y funcional. Su riqueza en proteínas de alto valor biológico, lactosa, minerales y compuestos bioactivos lo posiciona como un ingrediente clave para el desarrollo de bebidas fermentadas o enriquecidas con propiedades saludables. Paralelamente, el interés por la valorización de subproductos agroindustriales ha promovido la investigación sobre ingredientes alternativos, como el mesocarpio de *Coffea arabica*, una fracción frecuentemente subutilizada del fruto del café. Este componente posee una notable concentración de fibra dietética, compuestos fenólicos y flavonoides, los cuales han demostrado actividad antioxidante, antiinflamatoria y prebiótica.

La combinación de lactosuero con ingredientes de origen vegetal representa una estrategia prometedora para el desarrollo de bebidas funcionales sostenibles, con beneficios fisiológicos comprobables. Diversos estudios han documentado formulaciones exitosas que integran lactosuero con frutas, extractos vegetales o subproductos agrícolas, logrando mejorar tanto el perfil nutricional como el sensorial del producto final. En este contexto, la incorporación del mesocarpio de *Coffea arabica* podría constituir una alternativa innovadora y ambientalmente responsable, al revalorizar un subproducto de la

industria cafetalera y transformarlo en un ingrediente funcional con impacto positivo en la salud humana.

Por tanto, el presente trabajo tuvo como finalidad desarrollar una bebida funcional a base de lactosuero con la adición de mesocarpio de *Coffea arabica*, evaluando sus características fisicoquímicas, sensoriales y su viabilidad tecnológica, con el objetivo de contribuir a la diversificación de productos funcionales sostenibles y al aprovechamiento integral de los recursos agroindustriales.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo General

Desarrollar una bebida funcional a base de lactosuero con la adición de mesocarpio de *Coffea arabica*, evaluando sus características fisicoquímicas, sensoriales y su viabilidad tecnológica para determinar su potencial como alimento funcional sostenible.

2.2.Objetivo específico

Formular una bebida funcional a base de lactosuero, incorporando diferentes concentraciones de mesocarpio de *Coffea arabica*.

Evaluar las propiedades fisicoquímicas de las formulaciones desarrolladas (pH, acidez, sólidos solubles y contenido de compuestos fenólicos).

Determinar la aceptabilidad sensorial de las bebidas formuladas mediante pruebas de degustación con panelistas no entrenados (consumidores).

III. MARCO TEORICO

3.1. Bebidas funcionales

3.1.1. Definición de bebida funcional

Las bebidas funcionales han cobrado gran relevancia en la industria alimentaria actual, dado el creciente interés del consumidor por productos que no solo satisfagan una necesidad fisiológica básica como la hidratación, sino que además contribuyan activamente al bienestar y la prevención de enfermedades. Estas bebidas están formuladas con ingredientes bioactivos que poseen efectos beneficiosos para la salud, tales como antioxidantes, vitaminas, minerales, prebióticos y probióticos. Uno de los objetivos clave en su desarrollo es ofrecer propiedades específicas, como el fortalecimiento del sistema inmune, la regulación del tránsito intestinal o la reducción del estrés oxidativo. A diferencia de las bebidas convencionales, las funcionales deben demostrar científicamente los efectos positivos que se les atribuyen, y su formulación debe estar sustentada en estudios que avalen la bioactividad de sus componentes. En este sentido, el desarrollo de bebidas funcionales representa una intersección entre la ciencia de los alimentos y la nutrición aplicada, incorporando criterios tecnológicos, sensoriales y de salud pública (Shahbal, 2025).

3.1.2. Clasificación de bebidas funcionales (fermentadas, vegetales, lácteas)

Las bebidas vegetales son preparaciones líquidas destinadas a sustituir la leche de vaca en la dieta. A pesar de su apariencia y color similares a la leche, estas bebidas son nutricionalmente diferentes. Existen múltiples tipos: bebidas de soya, almendra, arroz, avena, coco, entre otras, con variaciones en su contenido proteico, lípidos y azúcares. Algunas están enriquecidas con calcio, vitamina D y B12, con el objetivo de emular el perfil de la leche de vaca. No deben confundirse con fórmulas infantiles ni con sucedáneos de leche materna. En cuanto a su funcionalidad, estas bebidas pueden tener efectos benéficos si se combinan con ingredientes bioactivos o si se fermentan. La fermentación puede aportar compuestos probióticos y mejorar la digestibilidad. Las bebidas

funcionales, entonces, pueden clasificarse en: 1) fermentadas (como yogures bebibles), 2) vegetales (como la de soya fermentada), 3) lácteas enriquecidas, y 4) combinadas, que utilizan ingredientes funcionales de varias fuentes (Fria, 2020).

3.1.3. Importancia de los alimentos funcionales en la salud humana

Los alimentos funcionales son aquellos que, además de aportar nutrientes esenciales, cumplen funciones fisiológicas específicas en el organismo humano, más allá de su valor nutritivo básico. Se han convertido en un recurso clave para la prevención de enfermedades crónicas como diabetes, hipertensión, enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. Su consumo regular se asocia con una mejor calidad de vida, mayor longevidad y menor incidencia de enfermedades degenerativas. Estos alimentos pueden ser de origen natural o desarrollado mediante procesos tecnológicos que potencien sus propiedades funcionales. Ejemplos de alimentos funcionales incluyen frutas ricas en polifenoles, cereales integrales con fibra dietética, yogures con probióticos y aceites con ácidos grasos esenciales. La investigación en este campo ha crecido exponencialmente debido al interés científico y comercial por ofrecer alimentos que aporten beneficios a la salud pública (Torric, 2024).

3.1.4. Tendencias actuales de consumo de bebidas funcionales.

El consumo de bebidas funcionales ha presentado un crecimiento notable en los últimos años, impulsado por la creciente preocupación de los consumidores por mantener una buena salud y prevenir enfermedades mediante la alimentación. Las tendencias actuales indican un mayor interés por productos naturales, mínimamente procesados, y que contengan ingredientes con propiedades benéficas, como antioxidantes, probióticos o extractos vegetales. Las bebidas fermentadas como la kombucha han ganado popularidad debido a su percepción como alternativas saludables frente a bebidas azucaradas o industrializadas. Asimismo, se ha observado una preferencia creciente por productos veganos, libres de lactosa y sin gluten, lo que ha motivado el desarrollo de bebidas funcionales a base de plantas, cereales y leguminosas. La funcionalidad sensorial y el etiquetado limpio son también factores clave para el consumidor moderno (Puente, 2024).

3.2.Lactosuero

3.2.1. ¿Qué es el lactosuero? (composición y origen)

El lactosuero es un subproducto líquido resultante del proceso de coagulación de la leche durante la elaboración de quesos o caseína. Está compuesto principalmente por agua (aproximadamente un 93%), lactosa (4-5%), proteínas solubles como las β -lactoglobulinas y α -lactoalbúmina (0.6-0.8%), minerales (0.5-0.7%) y trazas de lípidos y vitaminas hidrosolubles. Su origen se remonta a la separación de la fase líquida de la leche, que no se incorpora al producto final sólido. Debido a su alto valor nutricional y su bajo costo, ha adquirido importancia como materia prima para el desarrollo de productos funcionales, suplementos nutricionales y bebidas fermentadas. A lo largo de los años, ha pasado de ser considerado un residuo de la industria láctea a un ingrediente versátil con múltiples aplicaciones tecnológicas y dietéticas (Colinas, 2024).

3.2.2. Usos actuales del lactosuero en la industria alimentaria

En la actualidad, el lactosuero ha dejado de considerarse un desecho de la industria láctea para convertirse en un recurso valioso, ampliamente utilizado en diversos sectores de la industria alimentaria. Entre sus principales usos destacan: la formulación de bebidas fermentadas como el kéfir y yogures bebibles; la producción de suplementos nutricionales ricos en proteínas; y su incorporación en panificación, productos cárnicos y confitería para mejorar el perfil nutricional y funcional. Asimismo, se emplea como sustrato en fermentaciones para la obtención de compuestos bioactivos y ácidos orgánicos. Gracias a su contenido de lactosa y proteínas solubles, el lactosuero también se valoriza como base para medios de cultivo en biotecnología alimentaria y como ingrediente en alimentos funcionales con propiedades prebióticas. Esta revalorización está alineada con tendencias sostenibles y economía circular dentro del sector agroalimentario. (Pérez, 2025).

3.2.3. Propiedades nutricionales y funcionales del lactosuero

El lactosuero, como subproducto de la elaboración de quesos, posee una alta concentración de nutrientes esenciales, siendo una fuente importante de proteínas de alto

valor biológico, principalmente β -lactoglobulina, α -lactoalbúmina, inmunoglobulinas, lactoferrina y albúmina sérica bovina. Además, contiene lactosa, minerales como calcio, fósforo y magnesio, y vitaminas hidrosolubles del complejo B. Estas características lo convierten en un ingrediente funcional de gran valor, ya que sus componentes pueden favorecer la modulación del sistema inmune, la salud intestinal y el crecimiento muscular. La incorporación de lactosuero en productos de panadería, bebidas, suplementos y productos fermentados responde a la necesidad de valorizar sus propiedades nutricionales y funcionales, promoviendo un aprovechamiento integral de este subproducto lácteo (Olveraa., 2024).

3.2.4. Aplicaciones del lactosuero en bebidas.

En el mercado actual, el lactosuero ha comenzado a posicionarse como un ingrediente funcional valioso en la formulación de bebidas fermentadas. Gracias a su alto contenido proteico y su perfil nutricional completo, se ha incorporado en productos como kéfires bebibles, *smoothies* funcionales, bebidas energéticas con probióticos y fórmulas lácteas. La versatilidad del lactosuero permite su uso como base fermentable en procesos que involucran cepas como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, generando productos que promueven la salud digestiva. Además, sus propiedades sensoriales mejoran la textura y la estabilidad de las bebidas. Estas aplicaciones responden a una creciente demanda de bebidas saludables, sostenibles y con beneficios concretos para la salud humana (Victoria., 2024).

3.3. Mesocarpio de *Coffea arabica*

3.3.1. Estructura del fruto del café (explicación del mesocarpio)

El fruto de *Coffea arabica* es una drupa, constituida por varias capas: epicarpio (piel), mesocarpio (pulpa), endocarpio (pergamino), y el tegumento seminal que envuelve la semilla. El mesocarpio representa la parte carnosa del fruto, ubicado entre el epicarpio y el endocarpio. Está compuesto por tejido parenquimático con alto contenido de agua y azúcares solubles, y juega un papel clave en el desarrollo de la semilla. Su estructura es

homogénea en la etapa temprana, pero durante la maduración del fruto experimenta cambios químicos que favorecen procesos como la fermentación y el secado. Al separarse del endocarpio, libera el mucílago, una capa rica en polisacáridos que también proviene del mesocarpio interno. Esta porción, que representa un porcentaje considerable del peso del fruto, ha sido tradicionalmente descartada, aunque recientemente se investiga su potencial para usos alimentarios y nutraceuticos (Lindorf, 2017).

3.3.2. Composición nutricional y fotoquímica del mesocarpio

El mucílago o mesocarpio del café es una capa gelatinosa que rodea la semilla y contiene altos niveles de azúcares solubles (glucosa, fructosa y sacarosa), pectinas, ácidos orgánicos, proteínas y compuestos fenólicos. Desde el punto de vista fitoquímico, se ha determinado la presencia de flavonoides, ácidos clorogénicos y taninos, los cuales presentan propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Estos compuestos han despertado interés por su potencial en aplicaciones alimentarias y farmacológicas. Estudios recientes indican que el mesocarpio puede ser una fuente rica de fibra dietética soluble, con capacidad para modular la flora intestinal y reducir el estrés oxidativo. Su caracterización nutricional revela que, además de su alto contenido de carbohidratos fermentables, también contiene minerales como potasio, calcio y magnesio, esenciales para el metabolismo humano (Padilla, 2018).

3.3.3. Estudios previos sobre el uso del mesocarpio en alimentos o bebidas

La pulpa del café (mesocarpio) representa alrededor del 40-50% del peso del fruto fresco y ha sido objeto de múltiples investigaciones debido a su potencial aplicación alimentaria. Su alto contenido de fibra, azúcares reductores, ácidos fenólicos y compuestos antioxidantes ha despertado interés en su uso como ingrediente funcional. En este estudio se desarrolló un producto tipo mermelada y una infusión tipo té utilizando la pulpa deshidratada, evaluando características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Los resultados mostraron que el mesocarpio conserva un perfil nutricional atractivo y

ofrece buena aceptación sensorial. Se concluyó que este subproducto puede ser aprovechado como materia prima en productos alimentarios de valor agregado, contribuyendo a la sostenibilidad en la industria cafetalera (Melchor, 2023).

3.3.4. Potencial del mesocarpio como ingrediente funcional (fibra, antioxidantes, polifenoles)

La pulpa del café, que incluye el mesocarpio, ha demostrado ser rica en compuestos fenólicos como los ácidos clorogénicos, flavonoides y taninos, los cuales poseen propiedades antioxidantes. Esta actividad antioxidante es fundamental para la prevención del daño celular provocado por los radicales libres. Además, contiene fibra dietética, tanto soluble como insoluble, que contribuye a la regulación del tránsito intestinal y puede tener efectos positivos sobre el microbiota. Los estudios fitoquímicos también han identificado una notable presencia de polifenoles totales, posicionando al mesocarpio como un ingrediente funcional viable en alimentos enriquecidos. El aprovechamiento de este subproducto, anteriormente considerado desecho, se perfila como una alternativa sostenible y de valor agregado para la industria alimentaria (Barrantes, 2020).

3.4. Compuestos bioactivos y propiedades funcionales

3.4.1. Compuestos fenólicos: definición, función en salud, fuentes

El término ‘compuestos fenólicos’ engloba a todas aquellas sustancias que poseen varias funciones fenol unidas a estructuras aromáticas. Se encuentran ampliamente distribuidos en el reino vegetal, en alimentos como frutas, verduras, legumbres, cereales, café, té, vino y cacao. Entre sus funciones biológicas destacan sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatorias, cardioprotectoras y anticarcinogénicas. Estas actividades se relacionan con su capacidad para neutralizar radicales libres, quelar metales de transición y modular enzimas implicadas en procesos oxidativos. Los flavonoides, ácidos fenólicos, taninos y estilbenos son algunos de los subgrupos más representativos. La dieta mediterránea, rica en frutas y verduras, ha sido asociada con efectos beneficiosos atribuidos, en parte, a la alta ingesta de compuestos fenólicos (Creus, 2024).

Se ha demostrado que los polifenoles o compuestos fenólicos poseen un efecto en la salud humana gracias a sus actividades biológicas, como antioxidantes, antimicrobianos y antiinflamatorios. Estas actividades se deben a su capacidad de donar electrones o átomos de hidrógeno para neutralizar radicales libres, previniendo así el daño oxidativo en las células. También actúan como agentes quelantes de metales y moduladores de enzimas. Los compuestos fenólicos están presentes principalmente en frutas, verduras, granos enteros, legumbres, café, cacao, vino tinto y té verde, constituyendo uno de los grupos más abundantes de fitoquímicos en la dieta. Su consumo se ha asociado con una reducción del riesgo de enfermedades crónicas como cáncer, enfermedades cardiovasculares, diabetes y trastornos neurodegenerativos (Gonzales, 2023).

3.4.2. Flavonoides: importancia y beneficios

Los flavonoides constituyen una familia de compuestos fenólicos de origen vegetal ampliamente distribuidos en frutas, verduras, té, vino tinto, cacao y legumbres. Han sido reconocidos por su papel antioxidante, ya que neutralizan radicales libres y previenen el daño celular. Además, ejercen funciones antiinflamatorias, antitrombóticas, antimicrobianas y cardioprotectoras. Su consumo regular se ha asociado con la reducción del riesgo de enfermedades crónicas como la hipertensión, el cáncer, la diabetes tipo 2 y enfermedades neurodegenerativas. Debido a su biodisponibilidad, pueden modular rutas metabólicas y enzimáticas a nivel celular. La investigación actual ha resaltado su potencial como agentes nutracéuticos, justificado por su bajo costo y eficacia preventiva (Pacheco., 2021).

3.4.3. Actividad antioxidante: mecanismos y relevancia

La actividad antioxidante consiste en la capacidad de ciertos compuestos bioactivos de neutralizar especies reactivas del oxígeno (ROS) y del nitrógeno (RNS), las cuales están implicadas en el daño celular, el envejecimiento y la génesis de enfermedades crónicas. Los mecanismos implican la donación de electrones o átomos de hidrógeno, quitación de metales pesados y la inhibición de enzimas prooxidantes. Esta actividad es relevante para

la prevención de enfermedades como el cáncer, la diabetes tipo 2, patologías cardiovasculares y trastornos neurodegenerativos. En estudios *in vitro* e *in vivo* se ha demostrado que los polifenoles, flavonoides y otros fitoquímicos presentes en infusiones como el té verde, ejercen efectos protectores gracias a esta acción antioxidante, lo que refuerza su inclusión en dietas funcionales y terapias complementarias (Mamani., 2024).

3.4.4. Métodos de análisis (breve mención técnica: Folin-Ciocalteu, DPPH, ABTS, HPLC)

La determinación del contenido total de polifenoles se realizó utilizando el método de Folin-Ciocalteu, que se basa en una reacción redox entre los compuestos fenólicos y el reactivo de Folin, midiendo la absorbancia a 765 nm. Para la evaluación de la capacidad antioxidante se emplearon los métodos DPPH y ABTS. El método DPPH evalúa la capacidad del extracto para donar electrones a un radical libre estable, el 2,2-difenil-1-picrilhidrazil, y se mide la disminución de absorbancia a 517 nm. Por otro lado, el método ABTS utiliza el radical catiónico ABTS^{•+} y mide la inhibición de su coloración a 734 nm. Estos métodos son ampliamente utilizados por su simplicidad, sensibilidad y reproducibilidad en la caracterización de matrices vegetales (Romero, 2024).

La cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC, por sus siglas en inglés) es una técnica de separación basada en la distribución diferencial de los componentes de una muestra entre una fase estacionaria (columna) y una fase móvil (solvente o mezcla de solventes). La muestra se inyecta en la columna y los compuestos son arrastrados por la fase móvil a través de la fase estacionaria. La separación se basa en la afinidad química de cada compuesto con las fases, lo cual determina su tiempo de retención. Posteriormente, un detector (generalmente UV-Vis) mide la señal generada por cada analito, permitiendo su cuantificación mediante comparación con estándares (Puig., 2016).

3.5.Propiedades fisicoquímicas y sensoriales de bebidas

3.5.1. Parámetros fisicoquímicos comunes: pH, acidez, sólidos solubles, etc.

Los parámetros fisicoquímicos analizados en las muestras de bebida incluyeron pH, acidez titulable y sólidos solubles (°Brix), de acuerdo con las normativas técnicas de análisis de alimentos. El pH es un indicador clave de la estabilidad microbiológica y sensorial del producto, mientras que la acidez está relacionada con el sabor y la conservación. Los sólidos solubles reflejan el contenido de azúcares y componentes solubles en el producto, y se asocian directamente con la dulzura percibida. En este estudio, los valores de pH oscilaron entre 3.16 y 3.92; los sólidos solubles entre 13.02 y 14.31 °Brix; y la acidez titulable presentó una variabilidad según la proporción de frutas utilizadas. Estos parámetros son fundamentales para garantizar la aceptabilidad del producto final y su estabilidad durante el almacenamiento (Mendoza D. M., 2024).

3.5.2. Evaluación sensorial: métodos, escala hedónica, panel de catadores

Las diferentes formulaciones fueron sometidas a una evaluación sensorial a escala de laboratorio, tomando como variables de respuesta textura, aroma, color, sabor y aceptabilidad general a partir de pruebas hedónicas de 9 puntos (donde 1 es me disgusta muchísimo y 9 es me gusta muchísimo). Las muestras se presentaron en recipientes plásticos libres de olores y bajo las mismas condiciones para todos los jueces. Se utilizó agua para el lavado de la boca de los panelistas entre muestras con 75 jueces tipo afectivos tomados aleatoriamente, cumpliendo con la norma ISO 66:58:2008 (Benítez, 2008; Marcía *et al.*, 2019; Mendoza *et al.*, 2023). La formulación más aceptada, se denominó la formula optimizada para esta investigación (Mendoza E. , 2016).

Las pruebas sensoriales son utilizadas para medir las características organolépticas de un producto y la respuesta del consumidor ante él. Los métodos afectivos, como la prueba de escala hedónica, permiten evaluar la aceptación mediante una escala de 9 puntos, que

va desde 'me disgusta extremadamente' hasta 'me gusta extremadamente'. Esta prueba se aplica a consumidores o paneles semientrenados, en un entorno controlado, y es útil para comparar formulaciones. Por su parte, los paneles de catadores deben ser seleccionados y entrenados para detectar atributos específicos como sabor, aroma, textura y color. La evaluación sensorial es esencial en el desarrollo de nuevos productos y en la mejora de los existentes, ya que proporciona datos clave sobre la aceptabilidad del producto (Mazón., 2017).

3.5.3. Relación entre propiedades funcionales y la aceptación del consumidor.

El desarrollo de productos funcionales se encuentra cada vez más ligado a la aceptación del consumidor, ya que no basta con ofrecer beneficios para la salud si el producto no resulta atractivo sensorialmente. La percepción de sabor, textura, color y aroma influye directamente en la aceptación, incluso cuando se conocen sus ventajas funcionales. En este estudio, se diseñó un sorbete con propiedades nutracéuticas a base de frutos rojos y extractos vegetales, evaluado por un panel sensorial mediante escala hedónica. Aunque el producto presentó altos niveles de compuestos bioactivos, los niveles de aceptación dependieron de la adecuación sensorial. Esto evidencia la importancia de equilibrar la funcionalidad con la aceptabilidad organoléptica (Pazmiño, 2024).

3.6. Antecedentes de investigaciones similares

3.6.1. . Estudios sobre bebidas con lactosuero y frutas, subproductos o extractos vegetales

El lactosuero es un subproducto que puede ser aprovechado para la obtención de bebidas, proteínas concentradas o aisladas. En este estudio se utilizó fruta y extracto de Moringa oleífera por su potencial antioxidante. Se formularon tres concentraciones para evaluar aceptación sensorial y parámetros fisicoquímicos, obteniendo buena respuesta del panel de catadores en sabor y color (Paguay, 2020).

3.6.2. Trabajos que han usado partes del café como ingrediente funcional

Se utilizaron subproductos agroindustriales como la cáscara de uva y la cáscara de café para la formulación de una harina funcional con propiedades mejoradas. Estos residuos fueron seleccionados por su alto contenido en polifenoles, fibra dietaria y compuestos antioxidantes. En el caso de la cáscara de café, se identificó la presencia de ácido clorogénico, cafeína y otros compuestos fenólicos que presentan potencial beneficioso para la salud, como la reducción del estrés oxidativo. La inclusión de este subproducto permitió mejorar el valor nutricional de la harina integral sin alterar significativamente sus propiedades sensoriales. Las pruebas fisicoquímicas indicaron un aumento en el contenido de fibra total y capacidad antioxidante del producto final. Por tanto, se valida su incorporación en matrices alimentarias como estrategia de valorización sostenible del residuo del café (Elena, 2021).

3.6.3. Casos de éxito de bebidas funcionales fermentadas o enriquecidas

En la presente investigación se elaboró una bebida funcional con base en suero fermentado utilizando la cepa *Lactobacillus helveticus*, a la cual se adicionó extracto de maqui (*Aristotelia chilensis*). El objetivo fue desarrollar un producto con propiedades bioactivas, especialmente antioxidantes, aprovechando tanto los beneficios del suero como los compuestos fenólicos del maqui. El análisis fisicoquímico demostró que el producto final presentaba un pH adecuado para bebidas fermentadas, buena estabilidad microbiológica y una elevada capacidad antioxidante medida por los métodos DPPH y ABTS. Además, se realizó una prueba sensorial con paneles semi entrenados no que indicó una alta aceptabilidad en sabor, aroma y color. Este resultado sugiere que la combinación de suero fermentado y maqui puede ser utilizada exitosamente para el desarrollo de bebidas funcionales atractivas para el consumidor y con beneficios comprobados para la salud (Torres, 2017).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Lugar de la investigación

La investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad de Cuenca (Ecuador), específicamente en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, los cuales cuentan con el equipamiento e infraestructura adecuados para llevar a cabo los procesos de preparación, formulación, pasteurización y análisis fisicoquímicos y sensoriales de bebidas funcionales.

4.2 Materiales y equipo

Material / Equipo	Descripción
Lactosuero	Subproducto líquido obtenido tras la elaboración de queso, pasteurizado antes de su utilización.
Mesocarpio de <i>Coffea Arábica</i>	Ingrediente funcional en polvo, rico en compuestos fenólicos y antioxidante.
Estevia	Edulcorante natural al 10%.
Goma Xantana	Agente estabilizante y espesante (1%).
Estufa	Empleada para la pasteurización del lactosuero a 75°C.
Agitador mecánico	Utilizado para la homogeneización de las mezclas a 800 rpm.
Titulación con NaOH	Empleado para la determinación de la acidez del lactosuero.
Refractómetro	Utilizado para la medición de sólidos solubles (°Brix).

pH-metro	Empleado para la medición del pH.
NaOH 0.1 N	Solución utilizada en la titulación de la acidez.
Sistema HPLC	Empleado para la determinación del contenido de compuestos fenólicos totales.
Botellas HDPE	Utilizadas para el envasado y almacenamiento de la bebida.
Cámara de refrigeración	Empleada para conservar las muestras a 4 °C hasta su análisis.

4.3. Método

La metodología empleada fue de tipo experimental con un enfoque cuantitativo, estructurada en cinco fases principales que permitieron el desarrollo sistemático del estudio.

4.4 Etapas de la investigación

Se elaboraron cinco tratamientos experimentales, cuatro con diferentes proporciones de lactosuero y mesocarpio de *Coffea arábica*, y uno como tratamiento control (sin mesocarpio). Las concentraciones de estevia (10 %) y goma xantana (1 %) se mantuvieron constantes en todas las formulaciones (Tabla 1). Para la obtención del lactosuero base, se elaboró un queso fresco, con el propósito de recuperar el suero generado durante la coagulación de la leche. El suero se filtró para eliminar residuos sólidos y posteriormente se pasteurizó a 75 °C durante 15 minutos, garantizando así la inocuidad microbiológica. Tras la pasteurización, se enfrió de manera controlada hasta 4 °C y se mantuvo en refrigeración hasta su uso.

En la formulación de las bebidas funcionales, se adicionaron las proporciones correspondientes de lactosuero y mesocarpio según cada tratamiento. Los ingredientes

constantes (estevia y goma xantana) se incorporaron posteriormente. Las mezclas se homogeneizaron mecánicamente a 800 rpm durante 5 minutos en un recipiente de acero inoxidable, hasta obtener una dispersión uniforme.

Finalmente, las bebidas fueron envasadas en botellas de polietileno de alta densidad (HDPE), previamente sanitizadas, y almacenadas a 4 °C hasta su evaluación fisicoquímica y sensorial. **Figura 1.**



Figura 1. Etapas de la investigación

4.4.1. Fase I. Preparación del mesocarpio de *Coffea arábica*.

El mesocarpio fue recolectado en fincas cafetaleras de la Zona alta del municipio de Masaguara en las cordilleras de Montecillos y Opalaca (Intibucá, Honduras) a una altitud de 900-1850 msnm. Posteriormente, se lavó con agua potable, se deshidrató en una estufa de aire forzado a 45 °C hasta alcanzar una humedad inferior al 10%, y se trituro hasta la obtención del polvo fino. Este material fue almacenado en condiciones secas, oscuras y en envases herméticos hasta su uso.



Figura 1. Diagrama de flujo para la obtención de la harina de cáscara de café.

4.4.2. Fase 2. Formulación en porcentajes de los ingredientes para la elaboración de la bebida.

Se elaboraron cinco tratamientos: cuatro formulaciones experimentales con diferentes proporciones de lactosuero y mesocarpio, y un tratamiento control sin mesocarpio. Las proporciones de estevia (10%) y goma xantana (1%) serán constantes en todos los tratamientos experimentales.

Tabla 1. Formulación en % de la bebida

Tratamiento	Lactosuero (%)	Mesocarpio (%)	Estevia (%)	Goma Xantana	Observaciones
T1 (control)	90	0	10	1	Sin mesocarpio
T2	70	18	10	1	
T3	68	20	10	1	
T4	70	20	10	1	
T5	68	18	10	1	

Todas las formulaciones se ajustan a una proporción de mezclas.

Para la obtención de la base láctea, se elaboró un queso fresco con el propósito de recuperar el lactosuero generado durante la coagulación enzimática de la leche. El suero obtenido fue filtrado para eliminar impurezas y residuos sólidos, asegurando una matriz líquida limpia antes del tratamiento térmico. Posteriormente, el lactosuero fue pasteurizado a **75 °C durante 10 minutos**, proceso aplicado con el fin de reducir la carga microbiana y garantizar la inocuidad del producto sin afectar negativamente sus propiedades funcionales.

Luego de la pasteurización, el lactosuero fue sometido a un enfriamiento controlado durante **1 hora**, hasta alcanzar aproximadamente 4 °C. Una vez a esta temperatura, el suero se mantuvo en **reposo durante 4 horas**, permitiendo su estabilización fisicoquímica previa al almacenamiento. Finalmente, el lactosuero fue conservado en

refrigeración (4 °C) durante **24 horas**, tiempo tras el cual se utilizó en la formulación de las bebidas funcionales, este procedimiento permitió asegurar la calidad del suero.

Posteriormente, se procedió a la formulación y elaboración de las bebidas funcionales, utilizando las proporciones establecidas en los tratamientos experimentales (Tabla 1). En todas las formulaciones se mantuvieron constantes la estevia al 10 %, empleada como edulcorante natural, y la goma xantana al 1 % como agente estabilizante y espesante, mientras que las proporciones de lactosuero y mesocarpio de *Coffea arabica* variaron según cada tratamiento.

La elaboración de las bebidas se realizó en condiciones controladas de laboratorio. En un recipiente de acero inoxidable se colocaron las cantidades correspondientes de lactosuero y mesocarpio según el tratamiento, seguido de la adición de los componentes constantes (estevia y goma xantana). Las mezclas fueron homogeneizadas mecánicamente a 800 rpm durante 5 minutos, hasta lograr una dispersión uniforme de los ingredientes. Posteriormente, las bebidas fueron envasadas en botellas de polietileno de alta densidad (HDPE) previamente sanitizadas y almacenadas a 4 °C hasta su evaluación.



Figura 2. Diagrama de flujo para elaboración de la bebida.

4.4.3. Fase III. Análisis fisicoquímico

Las bebidas elaboradas fueron sometidas a análisis fisicoquímicos con el propósito de evaluar sus principales propiedades de calidad. Estos procedimientos se realizaron conforme a metodologías ampliamente utilizadas en bebidas funcionales, tal como lo describen (Farahani, 2024) en estudios sobre propiedades fisicoquímicas de bebidas enriquecidas.

- Se determinaron los parámetros pH, acidez titulable, sólidos solubles (°Brix).
- El pH se midió mediante un potenciómetro calibrado con soluciones buffer patrón (pH 4.0 y 7.0).
- La acidez titulable se determinó por titulación con NaOH 0.1 N, expresando los resultados en % de ácido láctico.
- Los sólidos solubles se cuantificaron mediante refractómetro manual y se expresaron en grados Brix (°Brix).

4.4.4. Fase IV. Análisis de Compuestos Fenólicos Totales.

El contenido de ácido clorogénico (3-CQA) se determinó mediante cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), siguiendo metodologías utilizadas para la separación y cuantificación de compuestos fenólicos en matrices alimentarias. La técnica se fundamenta en la distribución diferencial de los analitos entre una fase estacionaria y una fase móvil en gradiente, permitiendo la separación eficiente de polifenoles y flavonoides, tal como se describe en estudios especializados de HPLC aplicados a alimentos (Jandera, 2009)

Se determinaron estos compuestos mediante el método de polifenoles en HPLC el cual consiste en un volumen de inyección de 10 uL, un flujo de 1 mL/min a temperatura constante de 30°C , se trabajó con un gradiente de tres fases móviles; fase móvil A: Agua/ácido acético 0.3% v/v, fase móvil B: Acetonitrilo/agua 50/50 v/v + ácido acético

0.3%, fase móvil C: Acetonitrilo; comenzando con un 10% de fase móvil B (90% A, 0% C), que se mantuvo durante 2 minutos, siguiendo de un incremento de 55% fase móvil B (45% A, 0%C) hasta los 27 minutos, el cual se mantiene hasta el minuto 37, desde los 39 minutos la fase móvil C llega a 100% (0%A, 0%B) manteniéndola hasta el minuto 43. Finalmente se regresa a condiciones iniciales donde, fase móvil B es el 10% desde el minuto 43 hasta 0.5 minutos después para la equilibración.

Para la determinación cuantitativa de las muestras se construyó una curva de calibración. Para esta, inicialmente se preparó un pool de estándares (3CQA y CQA) y se realizó las diluciones establecidas para la curva (50 ng/mL, 100 ng/mL, 150 ng/mL, 300 ng/mL, 500 ng/mL). Estas diluciones al igual que las muestras fueron determinadas mediante el método de polifenoles en HPLC previamente mencionado.

4.3.5. Fase V. Análisis Sensoriales.

La evaluación sensorial se realizó mediante una prueba afectiva con 50 panelistas no entrenados, seleccionados de manera aleatoria entre consumidores habituales de bebidas lácteas y funcionales. Se aplicó una escala hedónica de 9 puntos para los atributos color, aroma, sabor, textura y aceptación general, donde 1 correspondió a “me disgusta extremadamente” y 9 a “me gusta extremadamente”. Este método es ampliamente utilizado en el análisis de la aceptabilidad del consumidor debido a su fiabilidad y sensibilidad para detectar diferencias entre formulaciones. (Mendoza E. , 2016)

Las muestras se sirvieron a 4 °C en vasos plásticos codificados con números aleatorios de tres dígitos, asegurando el anonimato de los tratamientos y evitando sesgos perceptuales. Entre cada muestra, los panelistas realizaron un enjuague bucal con agua para evitar la interferencia sensorial residual, siguiendo las recomendaciones metodológicas descritas en estudios previos de evaluación sensorial en alimentos funcionales. El análisis se desarrolló bajo condiciones controladas de iluminación y ausencia de olores externos, garantizando una evaluación objetiva y reproducible.

4.4. Diseño experimental

El diseño experimental a usarse será por consiguiente el **Diseño de Mezclas** optimizado mediante la metodología de **Superficie de Respuesta (RSM)**

4.5. Análisis de los resultados Diseño experimental

Los datos obtenidos se analizaron mediante un Diseño de Mezclas optimizado utilizando el software **IBM SPSS Statistics**. Se aplicará un **ANOVA de una vía** para identificar diferencias significativas entre tratamientos, seguido de la prueba de **Tukey** para comparaciones múltiples. Se evaluarán las variables fisicoquímicas y sensoriales con un nivel de significancia de **$p < 0.05$** . También se verificarán los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Elaboración de la bebida

Se elaboraron bebidas funcionales a base de lactosuero con la adición de mesocarpio de *Coffea arabica*, utilizando diferentes proporciones de ambos componentes en las formulaciones. Se prepararon tratamientos con variaciones en el porcentaje de lactosuero (68 % y 70 %) y de mesocarpio (18 % y 20 %), manteniendo constantes los niveles de estevia (10 %) y goma xantana (1 %). Asimismo, se elaboró una bebida sin adición de mesocarpio (0 %), la cual se consideró como muestra control para la comparación entre los diferentes tratamientos, tal como se observa en la Figura correspondiente.



Figura 2. Elaboración con diferentes porcentajes de mesocarpio *coffea arábica*

5.2 Análisis Fisicoquímicos

Tabla 2. Resultados de Análisis Fisicoquímicos.

Tratamiento	pH	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez titulable (g ácido láctico / 100 mL)
T1	3.48	11	3.47
T2	3.46	10	2.39
T3	3.48	10	2.08
T4	3.53	12	2.25
T5	3.53	10	1.96

Los resultados fisicoquímicos mostraron que el pH de las formulaciones se mantuvo dentro de un intervalo muy estrecho (3.46–3.53), lo cual evidencia estabilidad en la matriz de la bebida independientemente de la proporción de mesocarpio añadida. Este comportamiento es típico de este tipo de bebidas y coincide con lo reportado en bebidas a base de lactosuero, donde el pH suele situarse entre 3.5 y 4.0 como consecuencia de la presencia de ácidos orgánicos generados o propios de los ingredientes utilizados (Mello, 2025). La estabilidad del pH sugiere que la incorporación del mesocarpio no alteró de manera significativa el equilibrio ácido-base de la bebida, lo que puede ser ventajoso para mantener la calidad sensorial y la seguridad microbiológica del producto

La acidez titulable presentó una relación inversa respecto al pH, comportamiento ampliamente documentado en bebidas de lactosuero donde un mayor contenido de ácido láctico reduce el pH del sistema (Skryplonek, 2019). La disminución progresiva de acidez en los tratamientos con mayor adición de mesocarpio podría estar asociada a las pectinas y polisacáridos presentes en *Coffea arabica*, los cuales pueden ejercer un efecto amortiguador (buffer) o complejar parcialmente los ácidos orgánicos, reduciendo su disponibilidad en la fase líquida.

En cuanto a los sólidos solubles (°Brix), el incremento observado en el tratamiento T4 se asocia directamente a la mayor presencia de compuestos solubles aportados por el mesocarpio, entre ellos azúcares simples, polisacáridos solubles y diversos metabolitos característicos del fruto. Estas sustancias contribuyen a incrementar la concentración total de sólidos en soluciones acuosas, patrón que coincide con lo descrito en la literatura (Murthy, 2012)

5.3 Análisis compuestos Bioactivos.

Tabla 3. Resultados de Compuestos Fenólico

Tratamiento	Ácido Clorogénico (3 CQA)		
	RT	AREA	[C] (ng/mL)
T1 UNAG	0	0	0
T2 UNAG	15.13	116.90	11687.73
T3 UNAG	15.22	105.98	10584.59
T4 UNAG	15.23	174.33	17488.73
T5 UNAG	15.27	88.54	8823.32

Los resultados obtenidos para el ácido clorogénico (3-CQA) evidencian variaciones importantes entre los tratamientos, siendo T4 el que presentó la mayor concentración (17 488.27 ng/mL). Este comportamiento coincide con lo reportado en la literatura, donde la liberación y extractabilidad de los ácidos clorogénicos depende directamente de la proporción de materia vegetal rica en polifenoles, así como de los procesos térmicos y mecánicos aplicados, los cuales pueden favorecer la ruptura de estructuras celulares y aumentar la disponibilidad de compuestos bioactivos (Esquivel, 2012).

La superioridad de T4 frente a los demás tratamientos ($T4 > T2 > T3 > T5 > T1$) sugiere que este tratamiento incluyó condiciones de formulación o procesamiento más adecuadas para preservar o facilitar la extracción del 3-CQA. Estudios previos han demostrado que el mesocarpio y la pulpa del café contienen concentraciones elevadas de ácidos clorogénicos, y que estos compuestos pueden verse afectados positiva o negativamente dependiendo de la temperatura, el pH y el tiempo de procesamiento (Ameca, 2018)

En contraste, la ausencia de 3-CQA en T1 sugiere una baja disponibilidad del compuesto en este tratamiento, ya sea por una formulación con menor contenido de matriz vegetal bioactiva o por posibles pérdidas durante el proceso. La tendencia general ($T4 > T2 > T3 > T5 > T1$) confirma que el ácido clorogénico se ve directamente afectado por los cambios en las proporciones de los ingredientes o las variaciones en las condiciones experimentales.

En términos funcionales, los tratamientos con mayor contenido de 3-CQA – principalmente T4– presentan un mejor potencial antioxidante, ya que este ácido es uno de los polifenoles más abundantes y biológicamente relevantes en matrices derivadas del

5.4. Análisis Sensoriales

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos del nivel de agrado de los diferentes tratamientos mediante análisis sensoriales realizados con un panel de jueces no entrenados, utilizando una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 correspondió a “me disgusta extremadamente” y 9 a “me gusta extremadamente”.

Tabla 4. Nivel de agrado de los diferentes tratamientos de la bebida.

Tratamiento	Sabor	Aroma	Textura	Color	Aceptación General
T1	5.24 ± 2.5 B	5.8 ± 2.6 B	6 ± 2.6 AB	6.26 ± 2.2 B	64.72±4.81B
T2	5.8 ± 2.53 B	6.5 ± 2.56 B	6.28 ± 2.68 A	6.5 ± 2.36 B	68.39±3.36 B
T3	5.14 ± 1.55 B	4.58 ± 1.76 C	4.66 ± 2.11 B	5.34 ± 1.64 C	54.78±2.23 C
T4	7.5 ± 1.94 A	7.56 ± 1.91 A	6.28 ± 2.43 A	7.68 ± 1.70 A	80.6±6.28 A
T5	5.16 ± 1.77 B	5.6 ± 2.14 B	4.62 ± 2.01 B	5.42 ± 1.84 C	57.78±1.78 C

En la Tabla 5, se observaron diferencias significativas en los atributos de color, aroma y sabor entre los tratamientos. El tratamiento con mayor nivel de agrado fue el T4, con una

puntuación promedio de 80%, lo cual indica que fue el tratamiento más aceptado estadísticamente por los jueces. Este resultado sugiere que la combinación de 70% de lactosuero y 20% de mesocarpio contribuyó favorablemente a las características sensoriales de la bebida, generando una textura más uniforme y un sabor equilibrado.

Por otro lado, los tratamientos T3 y T5 mostraron las calificaciones más bajas, particularmente en aceptación general (54.78 y 57.78, respectivamente). Esto indica que las variaciones en su formulación pudieron generar características sensoriales menos agradables, posiblemente relacionadas con menor intensidad de sabor o una textura menos adecuada. Los tratamientos T1 y T2 se ubicaron en valores intermedios, manteniendo perfiles sensoriales aceptables, aunque sin alcanzar la preferencia observada en T4.

En conjunto, los resultados evidencian que la formulación correspondiente a T4 fue la que presentó mejor desempeño sensorial, lo cual respalda su idoneidad como alternativa óptima dentro de las condiciones evaluadas. Estos hallazgos coinciden con la literatura, donde se reporta que ajustes específicos en ingredientes funcionales pueden mejorar significativamente la percepción sensorial y la aceptación del consumidor.

VI. CONCLUSIONES

La adición de mesocarpio de *Coffea arabica* al lactosuero permitió desarrollar una bebida funcional con propiedades fisicoquímicas y sensoriales adecuadas.

Los resultados evidenciaron que el tratamiento T4 (70 % lactosuero, 20 % mesocarpio, 10 % estevia y 1 % goma xantana) presentó los mejores valores de aceptación sensorial y mayor contenido de compuestos fenólicos.

Se demostró que la incorporación del mesocarpio como ingrediente funcional contribuyó a la reducción de la acidez y al incremento del contenido de compuestos bioactivos, potenciando el valor funcional y antioxidante de la bebida.

Desde el punto de vista sensorial, el tratamiento T4 fue el más aceptado por los consumidores, destacando por su sabor equilibrado, textura uniforme y color atractivo.

En conclusión, la elaboración de una bebida funcional a base de lactosuero y mesocarpio de *Coffea arabica* constituye una alternativa tecnológica viable y sostenible para el aprovechamiento de subproductos agroindustriales, contribuyendo a la valorización de residuos y a la reducción del impacto ambiental.

VII. RECOMENDACIONES

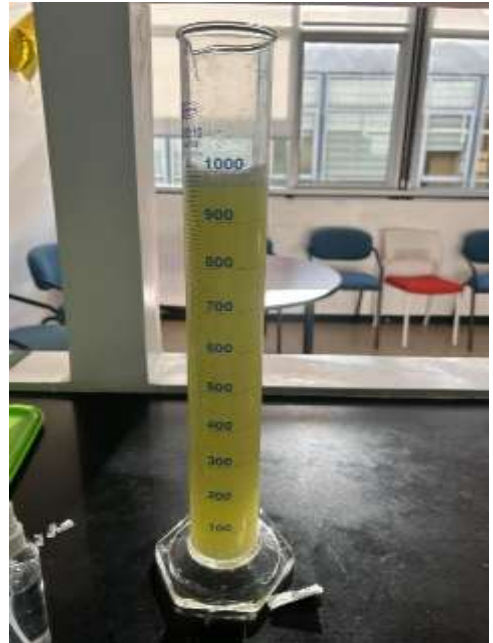
Incluir análisis microbiológicos: Es importante hacer pruebas microbiológicas al producto final para asegurar que la bebida sea inocua y apta para el consumo, especialmente si se piensa en una futura comercialización.

Probar otros niveles de mesocarpio y edulcorantes: Sería útil evaluar otras concentraciones de mesocarpio y experimentar con distintos edulcorantes naturales para ver si mejoran el sabor, el color o los compuestos bioactivos de la bebida.

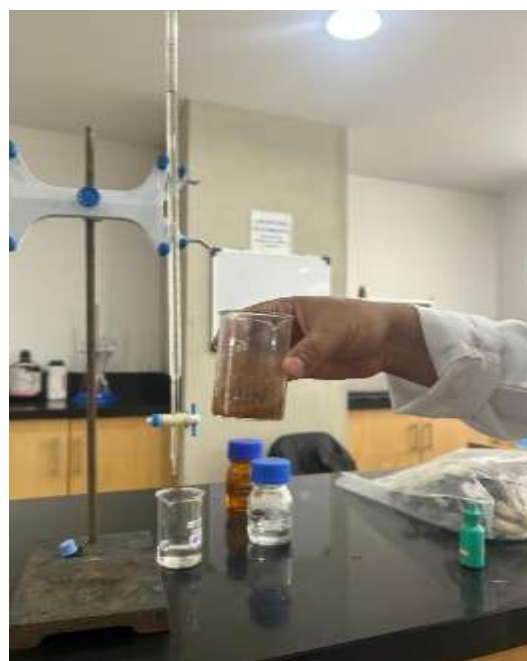
Profundizar en el análisis de compuestos fenólicos: Se recomienda identificar otros metabolitos presentes en el mesocarpio mediante HPLC-DAD o LC-MS para caracterizar mejor la funcionalidad del producto.

VIII. ANEXOS

Anexos 1. Elaboración de la Bebida.



Anexos 2. Análisis Fisicoquímicos



Anexos 3. Análisis Hplc



ÁCIDO CLOROGÉNICO (3 CQA)			
Muestra	RT	AREA	[C] ng/mL
T1 UNAG	-	-	-
T2 UNAG	15.13	116.90	11687.73
T3 UNAG	15.22	105.98	10584.59
T4 UNAG	15.23	174.33	17488.27
T5 UNAG	15.27	88.54	8823.32

Tabla 3 Concentración de 3 CQA en las muestras Tn UNAG



Anexos 4 Análisis Sensorial



Universidad Nacional de Agricultura

Ficha de Evaluación Sensorial

Fecha: 17/08/2025

Edad: _____

Sexo: F ☐ M ☐

Instrucciones: Este estudio tiene como objetivo evaluar las características sensoriales de cinco formulaciones de una bebida funcional elaborada a partir de lactosuero con adición de mesocarpio de *Coffea arabica*. Se solicita al evaluador calificar cada muestra según los atributos de **color, aroma, sabor, textura y aceptación general**, usando una escala del 1 al 9 (siendo 9 el mayor agrado). Para evaluar el sabor entre muestras, se debe realizar un borrado del paladar: beber agua, comer un trozo de galleta y volver a tomar agua.

Puntaje	Significado
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta bastante
4	Me disgusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
6	Me gusta ligeramente
7	Me gusta bastante
8	Me gusta mucho
9	Me gusta muchísimo

Muestra	183								
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Aroma									
Sabor									
Textura									

Antes de analizar la siguiente muestra, por favor limpie su paladar con agua, para borrar el sabor de la muestra anterior.

Muestra	527								
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Aroma									
Sabor									
Textura									

Antes de analizar la siguiente muestra, por favor limpie su paladar con agua, para borrar el sabor de la muestra anterior.

Muestra	902								
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Aroma									
Sabor									
Textura									

Antes de analizar la siguiente muestra, por favor limpie su paladar con agua, para borrar el sabor de la muestra anterior.

Muestra	285								
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Aroma									
Sabor									
Textura									

Antes de analizar la siguiente muestra, por favor limpie su paladar con agua, para borrar el sabor de la muestra anterior.

Muestra	375								
Atributo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Color									
Aroma									

Sabor									
Textura									

Antes de analizar la siguiente muestra, por favor limpie su paladar con agua, para borrar el sabor de la muestra anterior.

Expresa su **Aceptación general** marcando con una X

Muestra	SI	NO
183		
527		
902		
285		
378		

IX. BIBLIOGRAFIA

- Ameca, G. M. (2018). Chemical composition and antioxidant capacity of coffee pulp. doi: 10.1590/1413-70542018423000818
- Barrantes, E. M. (2020). Aprovechamiento de la pulpa residual del proceso agroindustrial del café (*Coffea arabica*) para el desarrollo de productos alimenticios en cooperativas de mujeres rurales. Obtenido de <https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/718260a5-cf71-4797-a5a4-00d7a4f6a61e/content>
- Colinas, B. S. (2024). Pseudo lácteos: estudio de su composición química-nutricional y conocimiento de los consumidores respecto de sus características, en la Ciudad de Córdoba en el año 2024. *FAO*. Obtenido de <https://agris.fao.org/search/en/providers/124857/records/67483fab6b7cc10eeb5aa30d>
- Creus, E. (2024). Compuestos fenólicos. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35101196/Compuestos_fenolicos-libre.pdf?1413165699=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAMBITO_FARMACEUTICO.pdf&Expires=1746152101&Signature=XRVR63szi0UUQdimyNfvTLNBQQkCiqfekzODHwlqDfjsO9HMtcfvoYOJF73-Oo
- Elena, A. G. (2021). Formulación de una harina integral funcional a partir de cereales andinos y subproductos de la uva y el café. Obtenido de <file:///C:/Users/Alex%20Funes/Downloads/admin,+10.pdf>
- Esquivel, P. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>
- Farahani, Z. K. (2024). Improving physicochemical, rheometry and sensory attributes of fortified beverages using jujube alcoholic/aqueous extract loaded Gellan-Protein macrocarriers. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24518>
- Fria, R. V. (2020). Posición técnica de la Asociación Mexicana de Gastroenterología sobre las bebidas vegetales a base de soya Technical opinion of the Asociación

- Mexicana de Gastroenterología on soy plant-based beverages. *Revista de Gastroenterología de México*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rgm.2020.07.005>
- Gonzales, L. K. (2023). CÁSCARA DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*) COMO FUENTE DE COMPUESTOS BIOACTIVOS EN UNA GALLETA: FIBRA DIETARIA, PROPIEDADES ANTIOXIDANTES Y BIOACCESIBILIDAD DE COMPUESTOS FENÓLICOS. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/25434/1/1080328813.pdf>
- Jandera, P. (2009). 98 - Methods for the HPLC Analysis of Phenolic Compounds and Flavonoids in Beer. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373891-2.00098-5>
- Lindorf, H. &. (2017). Anatomía y desarrollo del fruto y de la semilla del café. *Acta Botánica Venezuelica*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/319159851_Anatomia_y_desarrollo_d_el_fruto_y_de_la_semilla_del_cafe
- Mamani., J. V. (2024). : Actividades farmacológicas y componentes fitoquímicos de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze: Una revisión sistemática. *Universidad Católica de Santa María*. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/c452548d-4952-43f6-a46d-8c92f5bd02a1>
- Mazón., I. N. (2017). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial. doi:<https://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.4.3.julio.253-263>
- Melchor, M. F. (2023). Desarrollo de un producto alimenticio a base de la pulpa de fruto de café maduro (*Coffea arabica*, variedad bourbon). Obtenido de [https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/bitstream/handle/123456789/5477/\(Correcciones\)%20Desarrollo%20de%20un%20producto%20alimenticio%20a%20base%20de%20la%20pulpa%20de%20fruto%20de%20caf%C3%A9%20.pdf?sequence=1](https://repositorio.uvg.edu.gt/xmlui/bitstream/handle/123456789/5477/(Correcciones)%20Desarrollo%20de%20un%20producto%20alimenticio%20a%20base%20de%20la%20pulpa%20de%20fruto%20de%20caf%C3%A9%20.pdf?sequence=1)
- Mello, D. L. (2025). Effect of whey and grape pomace addition on the physicochemical and sensory characteristics of fermented dairy beverages. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foo.2025.100628>

- Mendoza, D. M. (2024). Capacidad antioxidante y caracterización fisicoquímica de una bebida refrescante con zumos de bilimbi y sandía. doi:DOI: 10.21931/RB/2024.09.02.8
- Mendoza, E. (2016). Obtención de un colorante natural a partir *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón para su aplicación en yogur. *Revis Bionatura* 2023; 8 (2) 38. *Curr Opin Food Sci.* doi:DOI. 10.21931/RB/2023.08.02.38
- Murthy, P. S. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>
- Olveraa., A. R. (2024). Evaluación nutricional y sensorial de dos panes funcionales adicionados con lactosuero y harina de malanga en niños. *Revista Española de Nutricion Humana y Dietetica.* doi: doi: <https://doi.org/10.14306/renhyd.28.2.2141>
- Pacheco., F. (2021). FLAVONOIDES: MICRONUTRIENTES CON AMPLIA ACTIVIDAD BIOLÓGICA. Obtenido de <file:///C:/Users/Alex%20Funes/Downloads/20497-Texto%20del%20art%C3%ADculo-144814493706-1-10-20201210.pdf>
- Padilla, G. Y. (2018). “DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y POLIFENOLES TOTALES DE LA CASCARA Y MUCÍLAGO DE LA ESPECIE *Coffea Arábica* L Y SUS POSIBLES USOS, SAN IGNACIO CAJAMARCA. UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN. Obtenido de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/2763/ADRIANZEN%20PADILLA%20GREYCE.pdf?sequence=1>
- Paguay, J. R. (2020). Elaboración de una bebida a base de lactosuero y fruta con la adición de diferentes niveles de extracto de moringa (*Moringa oleífera*). Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17052/1/27T00525.pdf>
- Pazmiño, M. C. (2024). Prototipo de sorbete comestible con propiedades nutraceuticas. doi:DOI: <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v26.2340>
- Pérez, A. (2025). . Composición química, pretratamiento, valorización y empleo de suero de queso y sus subproductos como sustrato en fermentaciones: Una revision global. *Editorial Científica Doso.* doi:73.<https://doi.org/10.70881/mcj/v3/n2/50>

- Puente, D. D. (2024). Evaluación de las variables de fermentación para la obtención de kombucha a partir de *Cymbopogon citratus*, *Thymus vulgaris* y *Mentha spicata*. *eprints.uanl.mx*. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/27658/1/1080312937.pdf>
- Puig., J. V. (2016). Validación de metodologías de cromatografía líquida de alta resolución en alimentos. doi:DOI: 10.13140/RG.2.2.26411.85289
- Romero, W. Y. (2024). Determinación del contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de un extracto de cushuro (*Cyanophyceae*) *Nostoc* sp. Obtenido de <http://45.231.83.156/bitstream/handle/20.500.12996/6665/romero-principe-wendy-yasmina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Shahbal, N. (2025). Modulación sinérgica de las propiedades reológicas y sensoriales en mezclas de proteínas vegetales-lácteas con goma xantana: hacia bebidas dirigidas a la disfagia. *Hidrocoloides alimentarios*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2025.111087>
- Skryplonek, K. (2019). Probiotic fermented beverages based on acid whey. Obtenido de [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(19\)30599-5/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(19)30599-5/fulltext)
- Torres, P. F. (2017). Elaboración de una bebida funcional con compuestos bioactivos de maqui, a partir de suero fermentado con *Lactobacillus helveticus**. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/fav422e/doc/fav422e.pdf>
- Torric, A. A. (2024). Euterpe precatoria Mart: Una especie que fortalece el sistema inmunológico en la Amazonia Boliviana. *editoracientifica*. Obtenido de <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/250218887.pdf>
- Victoria., L. S. (2024). Propuesta de un modelo de negocios sostenible y adaptado a bebidas funcionales. *IBERO Puebla*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.11777/5987>