



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS,
FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE UNA BEBIDA A BASE
DE LACTOSUERO CON LA INCLUSIÓN DE JUGO DE
MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) Y HARINA DE CHÍA (*Salvia
hispánica*)”**

TESIS

PRESENTADA POR:

LEONELA YANETH AQUINO CHURA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES RE
OLÓGICAS, FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORI
ALES DE UNA BEBIDA A BASE DE LACTO**

AUTOR

LEONELA AQUINO CHURA

RECuento DE PALABRAS

32602 Words

RECuento DE CARACTERES

170647 Characters

RECuento DE PÁGINAS

150 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.8MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 29, 2024 11:07 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 29, 2024 11:09 AM GMT-5

● **11% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cros:

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Dr. Alicia Magaly Leon Tacca

Dr. Alicia Magaly Leon Tacca
DOCENTE
E.P. MAG. AGROINDUSTRIAL - F.C.A.
UNA - PUNO

Resumen



DEDICATORIA

*A Dios por la vida y salud, por guiarme, darme
fuerzas y sabiduría durante este periodo de
trabajo arduo.*

*Con el inmenso amor y afecto a mis queridos
padres: Javier y Lila por todo el apoyo
incondicional, el entendimiento y entusiasmo que
me dieron en los momentos más difíciles. Gracias
queridos padres por darme la confianza, por
brindarme muchas orientaciones, consejos y darme
la mejor educación para enfrentarme a la vida que
en ella lograre mis metas.*

*A mi hermano por el apoyo, el anhelo de apoyarme
a seguir adelante, por los consejos y por los
ánimos.*

*San Juan, 1:51 De cierto, de cierto os digo: De
aquí adelante veréis el cielo abierto, y los ángeles
de Dios que suben y descienden sobre el Hijo del
Hombre.*

Leonela Yaneth Aquino Chura



AGRADECIMIENTOS

Al padre celestial DIOS, por darme la salud, la sabiduría, los dones para seguir adelante y guiarme día tras día por el camino de la vida para lograr mis objetivos y afrontar muchos obstáculos de la vida.

A mis grandiosos padres por los infinitos apoyos y consejos que me dieron para seguir adelante y por la paciencia que me tuvieron. A mi hermano por sus palabras de aliento y fuerzas para seguir realizando el presente trabajo de investigación.

A la Dra. Alicia Magali Leon Tacca por ser mi director de tesis de esta presente investigación, siempre darle las gracias por los conocimientos, por la paciencia y por haberme guiado durante la elaboración de mi tesis.

A mis jurados de Tesis Dr. Luis Alberto Jiménez Monroy, M.Sc. Saire Roenfi Guerra Lima y Mg. Sc. César Paul Laqui Vilca por sus grandiosos tiempos durante la revisión y culminación de mi presente proyecto.

Al todo el personal de los diferentes laboratorios de mi escuela profesional por la grandiosa colaboración durante la práctica del presente trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno y en especial a la Facultad de Ciencias Agraria y a la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial por permitirme la dicha de aprender en sus aulas, por darme la oportunidad de ser profesional, a los docentes por los conocimientos brindados para mi formación profesional y por el tiempo dado para realizar preguntas e inquietudes.

Leonela Yaneth Aquino Chura



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	18
ABSTRACT.....	19
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. OBJETIVO GENERAL	22
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.2. LACTOSUERO.....	25
2.2.1. Generalidad	25
2.2.2. Tipos de lactosuero.....	26
2.2.3. Propiedades nutricionales del lactosuero	27
2.2.4. Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del lactosuero	28
2.2.5. Beneficios nutricionales del lactosuero.....	29
2.2.6. Potencial y aprovechamiento en la agroindustria.....	30
2.2.7. Propiedades reológicas de bebidas a base de lactosuero.....	31



2.3.	MARACUYÁ (<i>Passiflora edulis</i>).....	32
2.3.1.	Generalidades	32
2.3.2.	Propiedades fisicoquímicas y nutricionales del maracuyá.....	32
2.3.3.	Beneficios del maracuyá	34
2.4.	CHÍA (<i>Salvia hispánica L.</i>).....	34
2.4.1.	Generalidades	34
2.4.2.	Clasificación taxonómica	35
2.4.3.	Composición nutricional del grano de chía.....	36
2.5.	HARINA DE CHÍA	38
2.5.1.	Beneficios de la harina de chía como ingrediente funcional.....	39
2.5.2.	Efecto de harina de chía en las propiedades reológicas	40
2.6.	BEBIDAS FUNCIONALES NUTRITIVAS.....	41
2.7.	REOLOGÍA.....	42
2.7.1.	La reológica en los fluidos alimentarios	42
2.7.2.	Propiedades reológicas	43
2.8.	EVALUACIÓN SENSORIAL	47
2.8.1.	Sabor.....	48
2.8.2.	Olor.....	48
2.8.3.	Apariencia general.....	49

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	50
3.2.	MATERIA PRIMA	50
3.3.	MATERIALES.....	51
3.3.1.	Insumos	51



3.3.2.	Maquinarias y equipos	51
3.3.3.	Materiales de laboratorio y diversos	52
3.3.4.	Reactivos	52
3.3.5.	Software	52
3.4.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	52
3.4.1.	Descripción de las operaciones para la obtención de la bebida	55
3.5.	METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS.....	62
3.5.1.	Análisis preliminar fisicoquímico y microbiológico de la materia prima...	62
3.5.2.	Análisis de las propiedades reológicas – objetivo 1.....	63
3.5.3.	Análisis fisicoquímico y nutricional de los tratamientos óptimos – objetivo 2.....	66
3.5.4.	Análisis sensorial para los tratamientos óptimos – objetivo 3	67
3.6.	FACTORES DE ESTUDIO	67
3.7.	VARIABLES DE RESPUESTA	68
3.7.1.	Para el primer objetivo	68
3.7.2.	Para el segundo objetivo	68
3.7.3.	Para el tercer objetivo.....	68
3.8.	ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO	68
3.8.1.	Para el primer y segundo objetivo:.....	68
3.8.2.	Para el tercer objetivo: evaluación sensorial de los tratamientos óptimos..	70

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA ..	71
-------------	--	-----------



4.2. PRIMER OBJETIVO: PROPIEDADES REOLÓGICAS.....	73
4.2.1. Comportamiento viscoelástico.....	73
4.2.2. Curva de flujo y viscosidad.....	78
4.3. SEGUNDO OBJETIVO: PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y NUTRICIONAL.....	84
4.3.1. Propiedades fisicoquímicas.....	84
4.3.2. Composición nutricional proximal de los tratamientos óptimos.....	92
4.4. TERCER OBJETIVO: EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA BEBIDA NUTRICIONAL A BASE DE LACTOSUERO CON LA INCLUSIÓN DE JUGO DE MARACUYÁ Y HARINA DE CHÍA.....	98
4.4.1. Evaluación sensorial del sabor.....	99
4.4.2. Evaluación sensorial del olor.....	100
4.4.3. Evaluación sensorial de la apariencia general.....	101
V. CONCLUSIONES.....	103
VI. RECOMENDACIONES.....	105
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106
ANEXOS.....	121

ÁREA: Ingeniería y tecnología

TEMA: Propiedades físicas y estructurales

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 31 de enero del 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición nutricional del lactosuero dulce y ácido	27
Tabla 2. Características fisicoquímicas y microbiológicas del lactosuero.....	29
Tabla 3. Valor nutritivo del jugo o zumo de maracuyá amarillo	33
Tabla 4. Características fisicoquímicas del jugo de maracuyá	34
Tabla 5. Composición nutricional de la semilla de chía	37
Tabla 6. Comparación fisicoquímica de la semilla y harina de chía.....	39
Tabla 7. Presentación del módulo de almacenamiento y pérdida	44
Tabla 8. Formulación de la bebida nutritiva a base de lactosuero con la inclusión de JM y HC	53
Tabla 9. Tratamientos evaluados en las propiedades reológicas.....	64
Tabla 10. Métodos para el análisis nutricional proximal	67
Tabla 11. Evaluación estadística de los tratamientos óptimos de las bebidas nutritivas	70
Tabla 12. Comparación del análisis fisicoquímico y microbiológico del suero dulce (SD)	72
Tabla 13. Resultados fisicoquímico de la pulpa de maracuyá y jugo de maracuyá (JM)	72
Tabla 14. Resultados del análisis fisicoquímico de la harina de chía (HC).....	73
Tabla 15. Prueba comparativa de Tukey del módulo de almacenamiento (G') de las bebidas.	75
Tabla 16. Prueba comparativa de Tukey del módulo de pérdida (G'') de las bebidas.	76
Tabla 17. Prueba comparativa de Tukey de la viscosidad de las bebidas.....	79



Tabla 18. Parámetros reológicos de los diferentes tratamientos de las bebidas a base de suero dulce con la inclusión de jugo de maracuyá y harina de chía	81
Tabla 19. Prueba comparativa de Tukey ($p \leq 0.05$), en el pH de las bebidas.....	85
Tabla 20. Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) de los sólidos solubles de las bebidas.	88
Tabla 21. Prueba comparativa ($p \leq 0.05$) del % acidez de las bebidas.....	91
Tabla 22. Análisis nutricional proximal de las bebidas nutritivas óptimas	93
Tabla 23. Resultados de la evaluación sensorial de las bebidas nutritivas óptimas.....	98
Tabla 24. Diseño Completo al Azar (DCA) de las propiedades reológicas y fisicoquímicas	122
Tabla 25. Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y una significancia de ($p \leq 0.05$) para el módulo de almacenamiento (G') del comportamiento viscoelásticos de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.	122
Tabla 26. Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y una significancia de ($p \leq 0.05$) para el módulo de pérdida (G'') del comportamiento viscoelásticos de lo diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.	123
Tabla 27. Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para la viscosidad de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.....	123
Tabla 28. Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para el comportamiento de flujo (n) de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.....	123



Tabla 29. Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para el coeficiente de consistencia (K) de los diferentes tratamientos.....	123
Tabla 30. Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y una significancia de ($p \leq 0.05$), para el pH de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.	124
Tabla 31. Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.	124
Tabla 32. Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y una significancia de ($p \leq 0.05$), para acidez (expresado % de ácido cítrico) de los diferentes tratamientos.	124
Tabla 33. Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para la humedad (%) de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.	137
Tabla 34. Comparación múltiple con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para humedad.	137
Tabla 35. Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para la proteína (%) de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.	137
Tabla 36. Comparación múltiple con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para proteína.	137
Tabla 37. Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para grasa (%) de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.....	138
Tabla 38. Comparación múltiple con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para grasa.	138



Tabla 39. Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para ceniza (%) de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.....	138
Tabla 40. Comparación múltiple con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para ceniza. ...	138
Tabla 41. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo SABOR de los tratamientos óptimos de las bebidas nutritivas a base de SD con la inclusión de JM y HC.	140
Tabla 42. ANVA de la característica sensorial en SABOR de los tratamientos óptimos de las bebidas nutritivas ($p < 0.05$).	141
Tabla 43. Prueba estadística de Tukey ($p < 0.05$) del atributo SABOR.	141
Tabla 44. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo OLOR de los tratamientos óptimos de las bebidas nutritivas a base de SD con la inclusión de JM y HC.	142
Tabla 45. ANVA de la característica sensorial en OLOR de los tratamientos óptimos de las bebidas nutritivas ($p < 0.05$).....	143
Tabla 46. Prueba estadística de Tukey ($p < 0.05$) para el atributo sensorial OLOR....	143
Tabla 47. Resultados de evaluación sensorial del atributo APARIENCIA GENERAL de los tratamientos óptimos de las bebidas nutritivas a base de SD con la inclusión de JM y HC.	144
Tabla 48. ANVA de la característica sensorial en APARIENCIA GENERAL de los tratamientos óptimos de las bebidas ($p < 0.05$).....	145
Tabla 49. Prueba estadística Tukey ($p < 0.05$) para el atributo APARIENCIA GENERAL.....	145



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Semillas de chía enteras y después de remojarlas en agua.....	35
Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de la bebida nutritiva dividida en 4 etapas.....	54
Figura 3. Diagrama de flujo del pretratamiento preliminar del lactosuero.....	56
Figura 4. Diagrama de flujo para el tratamiento del maracuyá y obtención del jugo	58
Figura 5. Diagrama de flujo de las operaciones y tratamiento preliminar de la harina de chía.....	59
Figura 6. Diagrama de flujo para la obtención de las bebidas con SD, JM, HC.	61
Figura 7. Mediciones de los espectros mecánicos en función a la frecuencia angular de los diferentes tratamientos evaluados de las bebidas a base de SD con la inclusión de JM y HC. A) Módulos de almacenamiento (G') (Pa); y B) Módulo de pérdida (G'') (Pa).....	74
Figura 8. Comportamiento de la viscosidad en relación a la velocidad de deformación para los diferentes tratamientos evaluados de las bebidas a base de SD con la inclusión de JM y HC.	78
Figura 9. Resultados de pH de las diferentes bebidas a base de SD con la inclusión de JM y HC.	85
Figura 10. Resultados de °Brix de las diferentes bebidas a base de SD, JM y HC.....	88
Figura 11. Resultados de acidez (%) de las bebidas a base de SD con la inclusión de JM y HC.....	91
Figura 12. Resultados del análisis sensorial del atributo SABOR de las bebidas nutritivas T1, T4 y T8.....	100



Figura 13. Resultados del análisis sensorial del atributo OLOR de las bebidas nutritivas T1, T4 y T8.....	101
Figura 14. Resultados del análisis sensorial del atributo APARIENCIA GENERAL de las bebidas nutritivas T1, T4 y T8.....	102



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Diseño Experimental - DCA.....	122
Anexo B. Resultados de las propiedades reológicas de las bebidas nutritivas	122
Anexo C. Resultados de las propiedades fisicoquímicas de las bebidas nutritivas .	124
Anexo D. Informe de laboratorio de las propiedades nutricionales proximal de las bebidas óptimas	125
Anexo E. Resultados del cuadro de análisis de varianza de las propiedades nutricionales proximal	137
Anexo F. Formato de Evaluación Sensorial para las muestras de las bebidas nutritivas óptimas.....	139
Anexo G. Tablas de resultados de la evaluación sensorial de las bebidas nutritivas óptimas.....	140
Anexo H. Resultados del procesamiento de imagen durante la experimentación en la obtención de la bebida nutritiva.....	146
Anexo I. Declaración jurada de autenticidad de tesis.....	149
Anexo J. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional....	150



ACRÓNIMOS

SD:	Suero dulce o lactosuero
JM:	Jugo de maracuyá disuelto (JMS)
JMSD:	Jugo de maracuyá sin disolver
HC:	Harina de chía
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO:	Demanda Química de Oxígeno
OMS:	Organización Mundial de la Salud
CMC:	Carboximetil celulosa
τ :	Esfuerzo de corte (Pa)
γ :	Rapidez o velocidad de deformación (s^{-1})
K:	Constante reológica o consistencia de flujo ($Pa \cdot s^n$)
n:	Índice de comportamiento de flujo
G' :	Módulo de almacenamiento o elástico (Pa)
G'' :	Módulo de pérdida o viscoso (Pa)
ANVA:	Análisis de varianza
AOAC:	Asociación Internacional de Químicos Analíticos Oficiales
DE:	Desviación estándar
meq:	Miliequivalentes
FAO:	Organización internacional de Químicos Analíticos Oficiales
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO:	Demanda Química de Oxígeno
NTP:	Norma Técnica Peruana
μ :	Viscosidad dinámica o absoluta (cP; centipoise)
ν :	Viscosidad cinemática (cSt; centistoke)



η :	Viscosidad aparente (Pa.s, pascales por segundo)
LVE:	Región Viscoelástica Lineal (RVL)
WPC:	Protein Concentrate (concentrado de proteína de suero)
WPI:	Whey Protein Isolate (aislado de proteína de suero).
DCA:	Diseño Completamente al Azar.
DBCA:	Diseño de Bloques Completamente al azar.
CICAL:	Centro de Investigación en Ciencia de los Alimentos.
CV:	Coefficiente de variación.
S:	Desviación estándar.
MIDAGRI:	Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.



RESUMEN

Actualmente el aprovechamiento de subproductos considerados desechables y productos con potencial nutricional son vitales para el desarrollo de alimentos saludables, por ello el objetivo del presente proyecto fue evaluar las propiedades reológicas, fisicoquímicas y sensoriales de una bebida a base de lactosuero (SD) con la inclusión de jugo de maracuyá (JM) y harina de chía (HC). En este contexto se elaboraron tratamientos con diferentes concentraciones de SD (73, 68, 63%), JM (20, 25, 30%), HC (0.5, 1.0, 1.5%) y Azúcar (6.5, 6.0, 5.5%). Se evaluaron las propiedades reológicas, mediante el análisis del comportamiento viscoelástico y curva de flujo, asimismo se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y sensoriales. En todos los tratamientos de las bebidas formuladas con presencia de SD, JM y HC presentaron un comportamiento viscoelástico siendo módulo de almacenamiento (G') mayor que módulo de pérdida (G'') junto con una curva de flujo de comportamiento No Newtoniano de naturaleza Pseudoplástica ($n < 1$). Las bebidas formuladas exhibieron propiedades fisicoquímicas similares a bebidas tipo néctar presentando en algunos tratamientos el promedio pH de 3.80, sólidos solubles 12.36°Brix y acidez titulable de 0.49%. Las propiedades nutricionales de las bebidas que contenían SD, JM y HC resultaron tener contenidos representativos de humedad hasta 86.17%, proteína 5.67%, grasa 0.17% y ceniza 3.61%. El tratamiento T4 (68%SD, 25%JM, 0.5%HC) exhibió mayor aceptación en cuanto a olor, sabor y apariencia general. Las bebidas formuladas con SD, JM y HC, presentaron propiedades reológicas, fisicoquímicas similares a una bebida de gran consumo como es el néctar, asimismo se logró obtener la aceptación sensorial del producto final.

Palabras Clave: Flujo, Harina de Chía, Lactosuero, Pseudoplástico, Viscoelástico.



ABSTRACT

Currently, the use of by-products considered disposable and products with nutritional potential are vital for the development of healthy foods, therefore the objective of this project was to evaluate the rheological, physicochemical and sensory properties of a whey-based drink (SD) with the inclusion of passion fruit juice (JM) and chia flour (HC). In this context, treatments were developed with different concentrations of SD (73, 68, 63%), JM (20, 25, 30%), HC (0.5, 1.0, 1.5%) and Sugar (6.5, 6.0, 5.5%). The rheological properties were evaluated by analyzing the viscoelastic behavior and flow curve, and the physicochemical and sensory properties were also evaluated. In all treatments of the drinks formulated with the presence of SD, JM and HC presented a viscoelastic behavior with storage modulus (G') greater than loss modulus (G'') along with a flow curve of non-Newtonian behavior of nature. Pseudoplastic ($n < 1$). The formulated drinks exhibited physicochemical properties similar to nectar-type drinks, presenting in some treatments the average pH of 3.80, soluble solids of 12.36°Brix and titratable acidity of 0.49%. The nutritional properties of the drinks containing SD, JM and HC were found to have representative contents of moisture up to 86.17%, protein 5.67%, fat 0.17% and ash 3.61%. Treatment T4 (68%SD, 25%JM, 0.5%HC) exhibited greater acceptance in terms of odor, flavor and general appearance. The drinks formulated with SD, JM and HC, presented rheological and physicochemical properties similar to a widely consumed beverage such as nectar, and sensory acceptance of the final product was also achieved.

Keywords: Flow, Chia Flour, Whey, Pseudoplastic, Viscoelastic.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe un gran enfoque en prevenir la contaminación ambiental que afecta a la sociedad en el país, específicamente las industrias lácteas de queso generan enormes cantidades de suero dulce durante el proceso de la coagulación de la leche, lo que conlleva al aumento del costo del queso al no darle el valor agregado y a veces optan por desecharlo ocasionando la contaminación ecológica, ya que de 10 litros de leche se produce de 1 a 2 kg de queso y queda un promedio de 8 a 9 kg de lactosuero lo que equivale al 90% eliminado y 55% es retenido del total de los nutrientes entre proteínas, lactosa, lípido, minerales, etc. (Liu et al., 2005; Parra, 2009). Por ello, es necesario el aprovechamiento de múltiples productos como; bebidas, néctares, panes, etc. (Panesar & Kennedy, 2007) ya que aportaría beneficios saludable para la población desde niños hasta adultos mayores (Jelieie et al., 2008).

Últimamente los consumidores buscan integrar alimentos naturales en su dieta, por ello la Organización Mundial de Salud (OMS) recomienda la ingesta diaria de frutas y verduras frescas (OMS, 2015), por sus efectos beneficiosos que generan importantes nutrientes, entre los que destacan; vitaminas, minerales, fibra, antioxidante, etc. (FAO, 2006). Entre las frutas de mayor importancia nutricional por sus antioxidantes es el maracuyá, consumido en fresco y utilizado para la obtención de jugos, bebidas, néctares, etc., ya que brinda un sabor, aroma característico y sus múltiples beneficios que ofrece, por ejemplo; previene enfermedades gastrointestinales y estreñimiento, ayuda a fortalecer el músculo, nervios y disminuir el sobrepeso (Lagua et al., 2020 & García, 2016b).

La creciente población reclama seguridad alimentaria, como el grano oleaginoso de la chía por su perfil de ácidos grasos omega-6 y omega-3 (60%), proteínas (15 – 25%),



fibra dietética (18 – 30%), lípidos (40%), carbohidratos (26 – 41%), minerales (4- 5%), vitaminas y antioxidantes que aporta un gran beneficio en la nutrición humana (Ayerza & Coates, 2009; Otondi et al., 2020). Además, al utilizar en forma de harina ayuda a cuidar la estabilidad, viscosidad de la bebida, ya que la goma que se dispersa de este producto presenta características mucilaginosas a bajas concentraciones de agua y contiene mayor cantidad de fibra (Hulse, 1996), lo que ayuda a la reología.

Además, estudios sobre los parámetros reológicos en el comportamiento viscoelástico de fluidos son mínimos, ya que estos juegan un papel muy importante en la industria de bebidas, jugos, néctares, etc., por lo que permiten la optimización del diseño de equipos, operaciones unitarias (Steffe, 1996; Machado et al., 2018 & Salinas et al., 2021), mejora la calidad organoléptica y estabilidad (Augusto, Ibarz, et al., 2012). El efecto reológico se da por factores, como; la naturaleza de la materia prima, temperatura, concentración de sólidos, procesos unitarios, etc. (Rodrigues et al., 2020), estructuras moleculares de polisacáridos (almidones, azúcares, pectina, celulosa) que forma parte de las frutas (Rubio & Hernández, 2019), además de presentar un comportamiento No Newtoniano y exhiben características de adelgazamiento por cizallamiento es recomendable utilizar el modelo de Ostwald-de Waele (Falguera & Ibarz, 2010).

En el mercado se observa una amplia gama de productos envasados de las bebidas, ya que son excelentes para suministrar nutrientes para la dieta humana (Pushpadass et al., 2019), pero la gran desventaja para la salud, es por el contenido de insumos químicos dañinos, lo que resulta que la composición nutricional llegue dentro del rango establecido.

Por ello, en los párrafos antes mencionados, esta investigación busca integrar en un solo producto todos los aportes nutricionales de las tres materias, además de ofrecer un producto de fácil consumo acorde a la población. En tal sentido, dentro de este



contexto, la propuesta del presente trabajo de investigación, se plantean con los siguientes objetivos:

1.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar las propiedades reológicas, fisicoquímicas y sensoriales de una bebida a base de lactosuero con la inclusión de jugo de maracuyá (*Passiflora edulis*) y harina de chía (*Salvia hispánica*).

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las propiedades reológicas (comportamiento viscoelástico, comportamiento de flujo y viscosidad) de la bebida a base de lactosuero con diferentes concentraciones de jugo de maracuyá y harina de chía.
- Evaluar las propiedades fisicoquímicas (pH, sólidos solubles (°Brix), %Acidez titulable) y composición nutricional proximal (proteína, grasa, cenizas, humedad) de la bebida a base de lactosuero con diferentes concentraciones de jugo de maracuyá y harina de chía.
- Evaluar las características sensoriales (sabor, olor y apariencia general) de la bebida a base de lactosuero con diferentes concentraciones de jugo de maracuyá y harina de chía.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Beltrán & Casilla, (2015), realizaron la elaboración de una bebida a partir de lactosuero (para aprovechar los nutrientes y disminuir la contaminación medio ambiental) y pulpa de mango concentrado con maltodextrina (MD) (25 y 35%) a diferentes temperaturas (25, 55 y 85°C), donde iniciaron con la determinación de los parámetros fisicoquímicas de la materia prima (lactosuero: 0.20% de acidez, 6.53°Brix de solidos solubles, 5.8 de pH) y pulpa de mango. Asimismo, llegaron a concluir que las propiedades fisicoquímicas de las bebidas son influenciadas con las concentraciones de MD, donde al 25% presentaron (0.152% acidez, 32°Brix y 3.62 de pH) y con 35% (0.15% acidez, 37.26°Brix y 3.6 de pH). Además, los resultados en las propiedades reológicas se reportaron que la capacidad de formar gel o aumentar la viscosidad en una bebida es por la presencia alta de MD a temperatura constante, mientras la concentración constante de MD (25%) a temperaturas altas disminuye la viscosidad.

Vivas et al., (2017), aprovecho el lactosuero para la obtención de una bebida a base de pulpa de curuba (10,15 y 20%), y determinaron que la formulación más aceptable por los 50 panelistas evaluadores en base a 7 puntos de la escala hedónica fue la bebida con 15% de curuba. Además, dicha bebida más optima reporto una acidez de 0.38-0.49% (resultado que fue mayor que el primer tratamiento lo que se debe al aumento de la pulpa de curuba), pH de 4.86 y solidos totales de 14°Brix.

Jelieie et al., (2008), reportaron que las bebidas elaboradas a partir de lactosuero son muy importantes y beneficiosos para personas desde niños pequeños hasta mayores.



Además, indicaron que las bebidas con suero deben contener zumos de frutas (manzana, maracuyá, peras, plátanos, etc.), ya que esto ayudaría a obtener un producto aceptable con buenas características organolépticas en color, sabor y olor.

Camelo & López, (2021), realizaron una bebida funcional a partir de arándanos y determino la viscosidad, el comportamiento de flujo (n), índice de consistencia (K), para ello emplearon la temperatura de 20°C con una velocidad de deformación (cizallamiento) entre $0.1 \text{ s}^{-1} - 100 \text{ s}^{-1}$. El resultado dado lo ajusto al modelo matemático de la ley de potencia (Ostwald de Wale) ($\tau = K * \dot{\gamma}^n$) para facilitar la diferenciación del tipo de fluido y saber el valor de K , n .

Rodríguez et al., (2020), evaluaron al suero de leche para luego obtener diferentes tratamientos de bebidas a base de lactosuero (90, 80 y 70%) y pulpa de copoazú (10, 20 y 30%), a ello analizo las propiedades fisicoquímicas, nutricional proximal y sensorial, concluyendo que la formulación más aceptable por los panelistas evaluadores en una escala hedónica de cinco puntos fue la bebida con 70% de lactosuero y 30% de la fruta copoazú. Los resultados mostraron que la bebida más aceptable posee solidos solubles de 7.5°Brix y acidez de 0.23%, 0.73% de grasa y 1.63% de proteína, donde el sabor fue el elemento con mayor puntuación.

León, (2018), evaluó diferentes tratamientos en los parámetros reológicos de un gel a partir de mucilago de semilla de chíá y membrillo y reporto que todas las muestras se asemejan a un fluido no newtoniano – Pseudoplástico ya que el comportamiento de flujo (n) encontrado esta entre 0.6404 - 0.8337.

Cabrera, (2019), realizo el análisis de una bebida a base de lactosuero dulce (25, 50 y 75%) con dos ecotipos de tarwi (75, 50 y 25%) y tres tipos de estabilizantes (0.06, 0.08 y 0.1%) y concluyó que la mejor formulación evaluada según el grado de satisfacción



por los panelistas resulto la bebida con 75% de suero dulce, 25% de dos ecotipos de tarwi y 0.1% de Goma Xantana (estabilizante) y tuvo mejores parámetros fisicoquímicos (pH 6.22 – 6.36; solidos solubles 11°Brix, Acidez 0.28 – 0.32% y 1.87 – 2.77% de proteína). Además, evaluó las propiedades reológicas del mejor tratamiento y ajustaron a la ley de potencia resultando un fluido Pseudoplástico, con 0.67 – 0.61 del comportamiento de flujo (n) y 0.01005 – 0.06568 Pa.s de la viscosidad.

Incahuanaco, (2013), obtuvo una bebida controlada con radiación ultravioleta y reporto que la formulación más aceptable organolépticamente (en olor, sabor, color y apariencia general) por los panelistas evaluadores en base a la escala hedónica de 5 puntos fue la bebida con 30% de lactosuero, 20% de zumo de naranja y 0.27g/Lt de Stevia. Además, evaluó las propiedades químicas proximal, que resulto de 86.75% de humedad, 0.15% proteína, 0.72% cenizas, 0.0% grasa, 12.38% de carbohidratos.

2.2. LACTOSUERO

2.2.1. Generalidad

Es el subproducto de mayor producción de las industrias queseras, líquido obtenido por acción del cuajo después de la coagulación de la leche, que ocurre la precipitación de la caseína durante la elaboración de queso (Codex-Alimentario, 1995; Panesar & Kennedy, 2007) o separación de la caseína y grasa (Warner, 1979).

Este fluido durante la acción enzimática por el cuajo (quimosina) sobre la proteína K- caseína se rompen los enlaces kappa – caseína (K-caseína) en unión con los aminoácidos fenilalanina¹⁰⁵ - metionina¹⁰⁶ (Wheelock & Knight, 1969) formando y liberando el caseinomacropéptido soluble, denominado también como glicomacropéptido o caseinoglicopéptido (Herrera & Verdalet, 2005), además durante este proceso se observa la generación de la sinéresis (Mahaut, 2013). Donde el suero presenta un color



verdoso amarillento por ser rico en Vit. B2 (riboflavina) (Linden & Lorient, 1996).

2.2.2. Tipos de lactosuero

El lactosuero de queso se puede clasificar en suero dulce y ácido. Este varía según, el tipo de queso a fabricar, tratamiento térmico, forma de exclusión de la caseína, método de coagulación, composición, contenido de humedad y de modo muy significativo al pH que el lactosuero se retira durante el proceso de la cuajada o fase micelar (Inda, 2001).

2.2.2.1. Lactosuero dulce

Es el líquido más o menos turbio y poco viscoso que resulta del escurrido de la cuajada o fase micelar, normalmente posee grasa y una cantidad estimable de albuminoide. Principalmente, la mayoría de los elementos son solubles y contiene mínima cantidad de residuos en suspensión lo cual se debe a los procesos unitarios realizados durante la producción de queso (Veisseyre, 1988). Además, en la obtención de suero por acción de la coagulación presenta el pH 6.5 (Panesar & Kennedy, 2007).

2.2.2.2. Lactosuero ácido

El lactosuero ácido o también denominado como el suero salado de quesería se obtiene por acción de la fermentación, donde interactúa los ácidos orgánicos o minerales para que haya una reacción en el proceso de la coagulación de la caseína (Panesar & Kennedy, 2007). Además, de presentar el pH de 4.5 y es el principal parámetro que ocasiona la coagulación láctica de la caseína, donde ocurre la desmineralización de minerales como el calcio y fosforo (Ramírez, 2015). Según Menchón et al., (2016), indica que el suero ácido contiene menor lactosa y 80% representa a los minerales de la leche por ende para la utilización y/o aprovechamiento se debe neutralizar.

2.2.3. Propiedades nutricionales del lactosuero

La composición varía según el tipo de queso durante la fabricación, proceso de fermentación de la cuajada. Londoño, (2006); Panesar & Kennedy, (2007), reportan que este subproducto contiene entre 4.5 – 5% lactosa, 0.6 – 0.8% proteínas, 0.4 – 0.5% lípidos y 8 -10% sales minerales, además en su composición, se identifica que el lactosuero dulce tiene mayor beneficio de uso por su aporte de las proteínas en comparación con el lactosuero ácido (Araujo et al., 2013). En la Tabla 1 se observa la composición.

Tabla 1.

Composición nutricional del lactosuero dulce y ácido

Componente	Lactosuero Dulce		Lactosuero Ácido	
	En % ^{ac}	En (g/L) ^b	En % ^c	En (g/L) ^b
Agua	93 – 94		94 – 95	
Lactosa	4.35 – 5	46 - 52	3.8 – 4.3	44 – 46
Proteína	0.85 – 1	6 - 10	0.8 – 1	6.0 – 8.0
Grasa	0.25	0.3 ^d	0.1 ^d	
Ceniza	0.5 – 0.7	0.56 ^d	0.7 – 0.8	0.46 ^d

Fuente: ^aNahui, (2017), ^bJelen, (2009); Parra, (2009), ^cSpreer, (1996); ^dChacón et al., (2017).

Comparado con la FAO, (2011), informa que el suero dulce debe tener los siguientes criterios: Lactosa (6.5%), Proteína (1.1%), Ceniza (8.5%), pH (>6,0) y acidez de 0.12 - 0.16%. La composición proteica próxima al 1% que contiene el suero de leche, el 50% representa la β - Lactoglobulina (β -Lg) y 12 - 22% α - Lactoalbúmina (α -La) (Linden & Lorient, 1996) los cuales favorecen en la formulación de bebidas y otros alimentos en las propiedades funcionales como; la solubilidad, hidratación, emulsificación, textura, consistencia y brinda buenas características de gelificación (Nicorescu et al., 2009), además las proteínas en menor proporción esta de 10 - 13% de inmunoglobulina, 3% lactoferrina, 5% albumina, 0.23% proteasa peptonas, lactoferrina



(LF) y lactoperoxidasa (LP) (Jain et al., 2013 & Parra, 2009). Los aminoácidos esenciales de este subproducto es cerca del 26% entre la leucina, triptófano, lisina que desempeñan un alto valor biológico (Ha & Zemel, 2003).

Los minerales que destaca en primer lugar; es el potasio, calcio, fósforo, sodio y magnesio, también contiene Vit.B5 (ácido pantoténico), Vit.C (ácido ascórbico), Vit.B2 (Riboflavina), Vit.B3 (Niacina), Vit.B1 (tiamina), Vit.B12 (cobalamina), etc., ayudan en la absorción de minerales como el calcio, fósforo y lactato (Poveda, 2013).

La principal diferencia se da por factores como; lactosuero dulce contiene entre 0.4 – 0.6g de calcio lo que se queda retenida en mayor cantidad es el paracaseinato cálcico, tiene alto contenido de lactosa y es producido por acción enzimática, mientras el lactosuero ácido contiene entre 1.2 – 1.6g de calcio esto se debe a que el ácido láctico retiene el calcio de la leche del paracaseinato cálcico lo que se produce el lactato cálcico, tiene alto contenido de proteína y es obtenido por acción ácida (Poveda, 2013).

2.2.4. Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del lactosuero

Las variaciones fisicoquímicas de los tipos de lactosuero dependen de las particularidades que tiene la leche, del tipo de queso que se desee obtener y en muchos casos de la tecnología durante el proceso de la obtención del queso, es por ello que este subproducto presenta diferentes características como se observa en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2.

Características fisicoquímicas y microbiológicas del lactosuero

	Suero dulce	Suero ácido	Referencia
Características fisicoquímicas			
pH	5.8 – 6.6 ^d , 6.8 ^b	4. 44 ^e - 4.5 ^a	^a (Panesar & Kennedy, 2007), ^b (Murrillo, 2019, AOAC 973.41), ^d (Beltrán & Casilla, 2015); ^e (Arica et al., 2019).
Acidez (%) en ácido láctico	0.10 – 0.16 ^b , 0.20 ^f	0.35 ^b – 0.60 ^f	^f (Linden & Lorient, 1996), ^j (Spreer, 1996).
Sólidos solubles (°Brix)	6.7 ^{ch} – 6.15 ^j , 7.66 ⁱ	4.0 ^e	^c (Ñahui, 2017); ^h (Mogollon et al., 2015), ⁱ (Sameen et al., 2013)
Color	Amarillo verdoso		^j (Spreer, 1996)
Características microbiológicas			
Aerobios – mesófilos	2x10 ⁴ - 5x10 ⁴ UFC/ml		MINSA, DIGESA (Murrillo, 2019, AOAC 973.41), NTE – INEN.
Coliformes	3x10 ⁴ – 12x10 ⁴ UFC/g		
	1 – 10 UFC/ml		MINSA, DIGESA

Fuente: Elaboración propia

2.2.5. Beneficios nutricionales del lactosuero

Los beneficios proteicos de este subproducto por sus componentes peptídicos y otros nutrientes individuales ayudan a estimular el sistema metabólico inmunitario, previene la acción anticancerígena y otras propiedades metabólicas (Gobbetti et al., 2002), además se caracteriza por la buena proporción de aminoácidos como; la leucina, isoleucina y valina que brindan la buena digestibilidad (Aiste et al., 2015).

Según Mahaut et al., (2004) citado por Menchón et al., (2016), menciona que el lactosuero dulce es el subproducto con mejores componentes, por ello es la más aprovechada para el procesamiento de diferentes alimentos, como bebidas, jugos de suero



que se utilizan por su gran beneficio para tratar algunas enfermedades de la tuberculosis, de la piel y tracto digestivo (Chavan et al., 2016).

Las bebidas a partir de suero concentrado es recomendado para calmar la sed y consideradas refrescantes, saludable (Prendergast, 1985) y muy beneficioso para la salud de las personas desde niños hasta adultos mayores por su aporte nutritivo (Aiste et al., 2015), mientras tanto para aquellos intolerantes a la lactosa se recomienda realizar un proceso anterior a su elaboración como; la hidrolización por medios enzimáticos.

2.2.6. Potencial y aprovechamiento en la agroindustria

Actualmente se identificó que los productores de queso a nivel mundial generan cerca del 110 – 115 millones de toneladas métricas de lactosuero, de esa cantidad Europa lidera en la producción de suero con 53%, seguido América del norte y central que genera 28%, Asia 6%, África 5%, Oceanía 4% y América del Sur 4% lo que representa a un total del 100%, de ese porcentaje el 45% del lactosuero lo desechan a lagos, ríos y agua residuales (Londoño, 2006 & Parra, 2009) lo que ocasionan la contaminación ambiental, afectando gravemente la disponibilidad de oxígeno e impacto ecológico de las aguas negras, ya que de 1000 Lt. del subproducto se produce 35kg de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y 68Kg Demanda Química de Oxígeno (DQO) (Chacón et al., 2017).

Además del 100% producido, el 45% es utilizado en forma líquida como materia prima para la elaboración de bebidas, panes, néctares, etc. y a veces es aprovechado como alimentación para animales, mientras tanto el 30% es transformado en polvo, 15% lactosa y el resto es usado para concentrados proteicos (Panesar & Kennedy, 2007).

En América del norte y central (28%) y Sur (4%) dedicadas al rubro de la industria quesera producen cerca de un total de 32% del lactosuero, en gran parte lo emplean para



la alimentación animal a cerdos o terneros y a veces son vertidos como efluentes a ríos, suelo y al ambiente generando la grave contaminación ecológica (Parra, 2009).

Se estimaron de 10 litros de leche se puede generar de 1 a 2 kg de queso y un promedio aproximado de 8 a 9 kg de lactosuero, esto representa cerca de 85 a 90% del volumen de la leche y dentro de ello la lactosa, proteínas y otros nutrientes presenta el 55% (Liu et al., 2005; Callejas et al., 2012 & Parra, 2009).

2.2.7. Propiedades reológicas de bebidas a base de lactosuero

Según los estudios en las propiedades reológicas de las bebidas elaboradas con lactosuero, son influenciados por las características nutricionales que este subproducto presenta, ya que, en la investigación realizado por Cabrera, (2019), reporto, que una bebida a base de lactosuero dulce (25, 50 y 75%) con dos eco tipos de tarwi (75, 50 y 25%), presentaron un comportamiento No Newtoniano, donde se ajustó al modelo de la ley de potencia, ya que los fluidos presentaron características Pseudoplásticas, además los resultados que presentaron las diferentes bebidas en el comportamiento de flujo (n) oscilaron entre 0.67 – 0.61 con una viscosidad de 0.01005 – 0.06568 Pa.s.

Mientras Pastuña, (2012), evaluó a una bebida con adición al 15, 20, 25, 30% de lactosuero y jugo de naranjilla, donde la constante del índice de consistencia (K) reportaron valores entre 0.241 – 0.123 Pa.sⁿ, además informaron que la bebida con excelentes características fueron tratamientos con menores cantidades de lactosuero y mayor jugo.



2.3. MARACUYÁ (*Passiflora edulis*)

2.3.1. Generalidades

El *Passiflora edulis* es una fruta nativa de Sudamérica, exótica, ácida, aromática y posee un sabor agrídulce, con un color amarillo o morado y naranja según la variedad (Flores, 2019), dentro de sus nutrientes es rico en vitaminas entre ellos, la vitamina C y provitamina A (beta caroteno) y minerales presentes en este alimento están el potasio, fósforo, magnesio y contiene una alta proporción de agua (Lagua et al., 2020). Este alimento brinda una gran cantidad de fibra por ello es recomendable para personas que sufren de estreñimiento, además por la baja caloría es muy beneficioso para las personas que deseen cuidar la estética (García, 2016b).

AGRIBUSINES, (1992) citado por Zavaleta, (2016) existen dos variedades de maracuyá entre ellos: la maracuyá morada correspondiente a la especie botánica de *Passiflora edulis* y el maracuyá amarilla variedad reconocida como *Passiflora edulis* var. *Flavicarpa* es la más cosechada por lo que tiene mayor rendimiento, además es más beneficioso para la salud de las personas en comparación con la otra variedad.

En Perú el maracuyá es una fruta tropical por lo que es cosechado en el norte de la Costa (desde Piura a Lima) y marginalmente en la Sierra (Senamhi, 2017). La producción nacional de esta fruta aumentó el 14.8% en el último año 2022 con un total de 104,075 TN (MIDAGRI, 2022).

2.3.2. Propiedades fisicoquímicas y nutricionales del maracuyá

Esta fruta pertenece a la clasificación climatérica (Sinha et al., 2012) por lo que su estado de madurez se da después de 60 a 70 días, donde se puede observar a través de la coloración de la cascara. Además, mencionar que esta fruta en estado maduro llega a

tener entre 50 – 60% cascara, 30 – 40% jugo o zumo y 10 – 15% semillas (Rodríguez, 2017). A continuación, se observa el valor nutricional.

Tabla 3.

Valor nutritivo del jugo o zumo de maracuyá amarillo

Componente	Cantidad	
	En base a 100g ^{be}	En base 100ml ^{cd}
Valor energético (Kcal)	61 ^{be}	53 cal
Humedad (gr)	82.3 ^{be}	
Proteína (gr)	0.9 ^{be}	0.67 g
Grasas (gr)	0.1 ^{be}	0.05 g
Hidratos de carbono (gr)	15.9 ^{be}	13.72 g
Fibra (gr)	0.2 ^{be}	0.17 g
Cenizas (gr)	0.6 ^{be}	0.49 g

Fuente: ^aGarcía, (2002); ^bCollazos, (1993); ^cJulio, (1986), ^dOlaya, (1991), ^eMINSA, (2017).

Esta fruta presenta la importante fuente de proteínas, minerales, grasa, carbohidratos, fibra, etc. en su; valor energético presenta; 53.0 a 78.0 calorías, 13.72 a 15.9 g hidrato de carbono (Collazos, 1993) & Julio, 1986). Dentro de los minerales por cada 100 ml de jugo de maracuyá presenta; de 3.8 - 13 mg calcio, 24.60 – 30.0 mg fósforo, 0.30 – 0.36 mg hierro, 0.06 mg zinc y 140.0 – 278.0 mg potasio (García, 2002 & MINSA, 2017). Mientras en la composición de vitaminas el que lidera esta; la Vit.C de 20.0 – 22.0 mg, seguido de la Vit. B3 con 1.5 – 2.24 mg, Vit. B2 0.10 – 0.15 mg, Vit. B1 0.03 mg y Retinol (Vit. A) 121.0 – 2410.0 µg (MINSA, 2017; Olaya, 1991 & García, 2002).

El maracuyá es un fruto con aroma característico a acidez, en la Tabla 4 se observa la composición fisicoquímica del jugo de maracuyá.

Tabla 4.*Características fisicoquímicas del jugo de maracuyá*

Características fisicoquímicas del jugo de maracuyá					
Componente	^a (García, 2010)	^b (Ruilova et al., 2018)	^c (Arica et al., 2019)	^d (Vaillant et al., 2001)	^f (Torres et al., 2021)
pH	2.8 – 3.3 ^a	2.96 ^b - 2.86 ^e	2.92 ^c	3.10 ^d	3.05 ± 0.03 ^f
Acidez titulable (% ácido cítrico)	2.9 – 5.0 ^a	1.050 ^e	0.384 ^c	0.59 ^d	4.31 ± 0.01 ^f
Sólidos solubles (°Brix)	12.5 – 18.0 ^a	14.4 ^e	13.00 ^c	14.00 ^d	15.91 ± 0.56 ^f

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Beneficios del maracuyá

Lagua et al., (2020), menciona que el maracuyá posee un nivel elevado de fibra insoluble, que principalmente ayuda al tránsito intestinal, evita enfermedades gastrointestinales. Al igual que la harina de chía, el jugo de maracuyá ayuda a tener una dieta saludable al disminuir el índice de sobrepeso, es un excelente laxante ya que ayuda a aquellas personas con estreñimiento gracias al nutriente llamado fibra (García, 2016b).

Así mismo, el maracuyá tiene una considerable cantidad de minerales, entre las destacadas esta; el fosforo (que ayuda a los huesos y dientes) y magnesio (que beneficia a la buena digestión del intestino, ayuda a los músculos, nervios) (Lagua et al., 2020).

2.4. CHÍA (*Salvia hispánica L.*)

2.4.1. Generalidades

Es un grano de mucho interés desde los tiempos pre – colombinos hasta tiempos actuales. Este alimento fue de mucho interés en el centro de México y América central ya que se consideró un cultivo básico entre los años 1500 y 900 a.C. (Jaramillo, 2013). Según Quelca, (2013), menciona que hace 20 años las semillas de chía fueron nuevamente

descubiertas, pero desde tiempos de los mayas y aztecas lo cultivaron y hasta la fecha se reconoce como un alimento nutritivo para la humanidad por lo que beneficia aquellas personas con enfermedades cardiovasculares. Además, este alimento fue utilizado como materia prima para obtener el aceite natural y empleado para pinturas decorativas y cosméticos (Marcani, 2020). En la siguiente Figura 1 se observa las semillas de chía.



Figura 1. Semillas de chía enteras y después de remojarlas en agua.

2.4.2. Clasificación taxonómica

Según Jaramillo, (2013); Beltrán & Romero, (2003), señalaron la clasificación taxonómica de la chía (*Salvia hispánica L.*) en el siguiente orden:

Reino: Vegetal o Plantea

Sub reino: Tracheobionta-planta vascular

Super división: Spermatophyta-planta de semilla

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Sub Familia: Nepetoideae

Tribu: Mentheae

Género: *Salvia*

Especie: *Hispánica*



Nombre Científico: *Salvia hispánica* L.

Nombres comunes: Chía, Chía negra, salvia española, chía artemisa, chía mexicana o simplemente chía (Coates & Ayerza, 2019)

La planta herbácea mide hasta 1m de altura con hojas opuestas de 4 a 8 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho y florece entre los meses de julio y agosto en épocas de verano (Huezo, 2008), en sus flores hermafroditas están los granos de chía de forma ovalada, suaves, brillantes y las medidas redundan entre 2,0 mm de largo y 1,5 de ancho, además conforma tres capas externas que están cubiertas las semillas que dentro de ello está el mucilago, aceite, cuando son sometidas en agua las núculas se hidratan y llega a engrosarse o expandir el epicarpio, por ello la cutícula llega a quebrarse por la falta de elasticidad y dentro de las mismas células inician a extenderse y producir el mucilago en toda la superficie del grano (Capitani, 2013).

La chía es cultivada en mayor proporción en la frontera del vecino país de Bolivia de la ciudad La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, mientras la producción a nivel nacional en el Perú es producida en mayor cantidad en el departamento de Cuzco, seguido de Arequipa con un crecimiento anual de 1.0% del total de 2,722.397 kg/año en el 2022 (Agrodataperu, 2021). Las variedades de este alimento, se pueden diferenciar por el color desde blanco y negro grisáceo con manchas irregulares que estas ya se consideran de la variedad de un color rojo oscuro (Coates & Ayerza, 2019).

2.4.3. Composición nutricional del grano de chía

La chía al presentar en su composición un alto contenido de grasa y fibra esto hace que se convierta en un alimento con alto potencial para ser utilizado como ingrediente en la industria alimentaria, ya que gran parte de la población prefieren tener seguridad

alimentaria mediante productos nutritivos y esperan beneficios para la salud tras el consumo de este alimento en formulaciones (Valdivia & Tecante, 2015).

Este alimento oleaginoso esta conformado por 15 a 24% proteínas, 18 – 30% fibra dietética, 40% lípidos, 26 – 41% carbohidratos y 60% ácidos grasos omega – 3, cenizas 4 – 5%, además este grano es un alimento más denso y es considerado muy nutritivo ya que conserva cantidades primordiales de proteína, minerales, vitaminas, fibra dietética (Otondi et al., 2020). En la Tabla 5 se observa la composición.

Tabla 5.

Composición nutricional de la semilla de chía

Composición nutricional		
Componentes	En base 100 g ^{ag}	En % ^d
Energía (Kcal)	360 ^g – 536 ^a	
Humedad (gr)	7.7 ^g	6.25 ^d
Proteínas (gr)	16.24 ^{bc} , 17.20 ^a – 23.4 ^g	18.65 ^d – 21.4 ^e
Grasa total (lípidos) (gr)	30.74 ^{bc} – 32.8 ^{ag}	33.00 ^d – 33.65 ^e
Carbohidratos totales (gr)	31.8 ^g , 42.12 ^{bc} – 44.0 ^a –	9.37 ^d
Fibra dietética total (gr)	27.6 ^a , 30.1 ^g – 34.4 ^{bc}	28.38 ^d – 25.55 ^e
Minerales (ceniza) (gr)	4.6 ^g	4.35 ^d – 5.09 ^e

Fuente: PID (Proyecto Integrados de Desarrollo en Bolivia) citado por ^aQuelca, (2013), ^bMoreiras et al., (2015); ^cUSDA, (2011); ^dMonroy et al., (2008), ^eCoorey et al., (2014), ^fXingú et al., (2017), ^gMINSA, (2017).

Según investigación por Din et al., (2021) indica que la cantidad de carbohidratos en sustancias de polifenol del grano de chía es 39 y 41%, mientras tanto el contenido de fibra dietética es 56.46g por cada 100g del grano, de ello el 53.45g/100g compone primordialmente de la fibra dietética insoluble y el 3.01g/100g es de fibra dietética soluble. Por otra parte se recomienda el consumo diario de fibra dietética entre 34 - 40 % por 100g para adultos mayores, de ello entre el 5 a 10% se encuentran de fibra soluble lo que es parte del mucílago de dicho alimento (Ali et al., 2012).



Entre las principales vitaminas de este grano son: Vit.C con 17.16 mg (MINSAs, 2017), seguido de la Vit.B3 6.13 mg, Vit.B1 0.18 mg, Vit.B2 0.04 mg y Vit.A con 44 μ g y los principales polisacáridos la xilosa y arabinosa (Coorey et al., 2014), mientras Reyes et al., (2008); Martínez & Paredes, (2014), indican que la semilla y aceite de chía poseen un alto contenido de antioxidantes naturales, debido a la presencia de compuestos del tocoferol, fitoesteroles, carotenoides (Álvarez et al., 2008 & Ixtaina et al., 2011). Además, ambos alimentos tienen la presencia de compuestos fenólicos (Reyes et al., 2008; Martínez & Paredes, 2014), que estos tienen el potencial beneficio para proteger la salud de los consumidores (Avignon et al., 2012).

La investigación epidemiológica indica que los ácidos grasos de la chía más importante por su valor nutricional y que beneficia en reducir enfermedades cardiovasculares (Lee et al., 2009; Duda et al., 2009; Saremi & Arora, 2009) son; el ácido α -linolénico (O-3), (Ayerza & Coates, 2005), ácido linoleico (O- 6), ácido docosahexaenoico (DHA) y ácido eicosapentaenoico (EPA) (Moreiras et al., 2015).

2.5. HARINA DE CHÍA

La harina de chía es considerada un subproducto, principalmente es utilizado para la elaboración de productos líquidos (bebidas, néctares, etc.), semilíquidos (helados) y sólidos (panes, tortas, etc.), ya que permite obtener productos con alto contenido nutricional y funcional, además con buenas propiedades viscosas lo que conlleva a la formación de gel (Coorey et al., 2014). Asimismo, la goma de esta harina presenta características mucilaginosas a bajas concentraciones de agua y contiene mayor cantidad de fibra (Hulse, 1996), lo que ayuda a cuidar la estabilidad, viscosidad de la bebida.

Tabla 6.*Comparación fisicoquímica de la semilla y harina de chía*

Componente en base seca (%)	La semilla de chía^{ab}	Harina de chía^a
Ceniza	5.09 ± 0.15	7.66 ± 0.20
Proteína	21.40 ± 0.11	31.95 ± 0.14
Fibra cruda	25.55 ± 1.18	29.17 ± 0.80
Grasa	33.65 ± 0.36	8.75 ± 0.07
Ácido α -linolénico (ALA)	11.52 ± 1.03	2.59 ± 0.58
Ácido linoleico (LA)	2.55 ± 0.41	0.81 ± 0.11
pH	6 – 6.5 ^b	

Fuente: ^aCoorey et al., (2014), ^bAlvarado, (2015).

Coorey et al., (2014) & Hsieh et al., (2022), reportan que el contenido nutritivo de la harina de chía más alta es la proteína de 31.95%, mientras tanto el contenido de grasa disminuye considerablemente a 8.75% a diferencia del grano de chía que tiene una concentración de proteína de 16 – 21.4% y grasa de 30 - 33.65%.

Las semillas de chía sometidos y esparcidos en agua deponen y/o expulsan el mucilago espesante denominado el polisacárido, este fluido mucilaginoso está compuesto por glucosa, galactosa, xilosa, arabinosa y ácido glucurónico (Kim et al., 2016). Además la harina y grano de chía poseen un pH alcalino entre 6 – 6.5 (Alvarado, 2015), en comparación con lo indicado por López, (2015) menciona que el extracto de hojas de moringa presenta un pH de 5.6, menor al pH de los granos de chía.

2.5.1. Beneficios de la harina de chía como ingrediente funcional

Recientemente en los últimos tiempos las formulaciones y suplementos alimenticios hechos con harina y granos de chía han tomado gran importancia en diversos mercados y esto se debe principalmente al aumento de las preferencias por las personas



en seguir una dieta saludable y esperar beneficios funcionales extras en la salud tras el consumo de este alimento (Valdivia & Tecante, 2015).

Esta harina de chia se a considerado muy importante por sus ingredientes funcionales, en la que destaca, el alto contenido de fibra que retarda el índice de glucosa, reduce la absorción del colesterol (Di-Sapio et al., 2008), previene enfermedades de la diverticulosis y el cáncer (USDA, 2011), controla enfermedades cardiovasculares y diabetes por sus compuestos fenólicos bioactivos (Oliva et al., 2021; Montalvo, 2016 & Poudyal et al., 2012), previene el estrés oxidativo plasmático y aquellas enfermedades relacionadas con el corazón e hipertensión (Marineli et al., 2015), combate el sobrepeso, obesidad y favorece en adelgazar produciendo en el intestino una sensación de saciedad, combate el estreñimiento, regula el tránsito lento, favorece en los problemas nerviosos por la grasa insaturada (Omega-3), favorecen el aumento del Colesterol HDL (Lipoproteínas de alta densidad) conocido como colesterol bueno y ayuda a bajar el Colesterol LDL (Lipoproteínas de baja densidad) conocido como colesterol malo, etc. (Montalvo, 2016).

2.5.2. Efecto de harina de chía en las propiedades reológicas

En el estudio de la influencia de la harina de chía en una bebida funcional a base de naranja, identificaron que la viscosidad aumenta progresivamente (0.00421 - 0.0142 Pa.s) por efecto de la mayor cantidad de chía agregada (1.25 – 1.60%), ya que el mucilago presente en este alimento hace que llegue a ser una solución más acuosa (Alvarado, 2015). Además, Flores, (2019), señalo que la viscosidad aparente de la bebida funcional con el 30% de extracto de moringa y 0.5% de chía presentaron resultados casi similares de 0.028 Pa*s de viscosidad.

Por otra parte, el efecto de la harina de chía al interacción con un fluido líquido genera una cantidad considerable de microgeles de dispersiones mucilaginosas (Capitani et al., 2015), ya que este alimento presenta estructuras poliméricas con propiedades espesantes que ayuda en las características de calidad reológica (Razavi & Karazhiyan, 2009), y de ante mano presentan el mayor predominio elástico del módulo de almacenamiento (G') sobre el módulo de pérdida (G'') con un comportamiento de adelgazamiento por cizallamiento y una estructura similar típico a un gel débil elástico.

2.6. BEBIDAS FUNCIONALES NUTRITIVAS

Actualmente, los consumidores optan en adquirir alimentos funcionales nutritivos que promueven directamente al beneficio de la salud más allá de los efectos nutricionales básico (Babajide et al., 2013), entre ellos las bebidas juegan un papel muy significativo en la dieta, por el incremento del deseo de mejorar la salud y tener el estilo de vida expectativo, favoreciendo a personas adultas hasta niños (Mollet & Rowland, 2002).

Es importante destacar que dichos alimentos nutritivos fortificados y enriquecidos son alimentos elaborados con materias primas de, las frutas (maracuyá, pera, melón, etc.), hierbas crudas, granos andinos (linaza, chía, quinua), fibra dietética, aminoácidos, etc. que promocionan a reducir el riesgo de enfermedades y ayudan en la nutrición básica (Poveda et al., 2019), promueven alto valor de macronutrientes y micronutrientes para la salud y son reconocidas como alimentos dietéticos (Hassanzadeh et al., 2022).

Destacar que las bebidas hechas de suero dulce son factibles en la elaboración de productos ya que proporcionan ventajas para la salud de las personas (Muset & Castells, 2017), además están siendo reconocidas por ser refrescantes y saludables por su aporte nutritivo (Prendergast, 1985). Sin embargo, se sugiere no utilizar el suero salado para productos líquidos por su contenido elevado de sodio, lo que crearía el sabor inoportuno.



Padilla, (2021), indica que en los últimos tiempos hay un exceso de la adquisición de bebidas funcionales elaboradas con granos gruesos de chía por parte de la población, ya que aporta una fuente importante de nutrientes de alta calidad y brinda beneficios a la salud. El uso de la chía en grano y harina está aumentando para la obtención de bebidas refrescantes, nutritivas, siendo populares para el consumo y el uso como materia prima para incorporar en productos alimenticios (Din et al., 2021).

2.7. REOLOGÍA

La expresión “reología” procede del vocablo griego: “*rhein*” que significa “*fluir*”. Por lo tanto, la definición es la “*ciencia de flujo a fluir y/o la deformación de la materia*” (Mezger, 2014; Heldman & Lund, 2007). Además, es parte de la química – física que estudia el comportamiento de flujo y deformación desde los sólidos y fluidos que influencia la fuerza y velocidad que se utilizan en el comportamiento reológico que provienen de la mecánica de fluidos (Mezger, 2014). De todas las definiciones, la reología estudia las sustancias viscoelásticas entre las propiedades de la elasticidad y viscosidad.

2.7.1. La reológica en los fluidos alimentarios

La reología de los alimentos líquidos es el estudio de las interacciones entre el esfuerzo de flujo o tensión con la deformación de cizallamiento (Heldman & Lund, 2007). Los fluidos alimentarios se deforman al aplicar un sistema de fuerzas externas, además de presentar grandes cantidades de compuestos disueltos de alto peso molecular (polímeros) y/o sólidos en suspensión exhiben un comportamiento no newtoniano.

Las características reológicas en los alimentos son importantes para la obtención de diferentes productos en la industria, entre ellos se clasifican en forma de sólidos, líquidos, geles, suspensiones de sólidos, líquidos homogéneos, emulsiones, etc. Son de mucha ayuda durante el proceso de transporte y almacenamiento (Steffe, 1996), así



mismo controla la calidad de los productos; entre ellos en la identificación de los atributos texturales, sólidos en suspensión, compuestos disueltos en los alimentos.

Hassanzadeh et al., (2022), informa que la reología de los fluidos como; jugos, bebidas líquidas, néctares se ven influenciadas por muchos factores, especialmente por el tipo de jugo u bebida que se desee obtener, sustancias poliméricas, estabilizantes, como; CMC, pectinas, gomas, agares, concentrado de pulpa o jugo de fruta, partículas sólidas, etc. Capitani et al., (2015), reporta que las propiedades reológicas permiten clasificar a los fluidos, entre ellos las soluciones acuosas de mucilago de chía lo clasifica como fluido no newtoniano con un comportamiento a un gel débil.

2.7.2. Propiedades reológicas

Se experimentan por equipos llamados reómetros dinámicos de fluidos, que permite evaluar las curvas de barrido de frecuencia, curva de fluidez y viscosidad.

2.7.2.1. Barrido de frecuencia

El barrido de frecuencia denominado *Frequency Sweeps* es una técnica útil para analizar y obtener las propiedades viscoelásticas de los alimentos. G' es significativamente mayor que G'' en todo el rango de frecuencias se le llama “geles fuertes” (Sayra, 2021). En el caso contrario, cuando se da “geles débiles” es por efecto de la mayor dependencia en la frecuencia con los módulos dinámicos, además que $G' > G''$, por ello se sugiere la presencia de procesos de relajación a tiempos cortos y que la diferencia sea menor entre los módulos (Rao, 1999). En soluciones diluidas G'' es mayor que G' para todo el estado de frecuencia, pero al acercarse a frecuencias más altas las soluciones concentradas G' y G'' se interceptan en el medio del rango de frecuencia.



Mezger, (2014), el barrido de frecuencia son ensayos oscilatorios que se analizan a distintas frecuencias, donde la amplitud y temperatura deben ser constantes, además este término se usa para analizar y determinar el comportamiento de deformación dependiente del tiempo, ya que la frecuencia es el valor inverso del tiempo. Cuando $G' > G''$ la estructura del material se le denota como un sólido viscoelástico con comportamiento elástico y $G'' > G'$ la estructura es definida como un fluido viscoelástico con comportamiento viscoso. Por lo tanto, cuanto mayor sea la diferencia entre los módulos G' y G'' las propiedades del fluido alimentario presentan características a un fluido puro o sólido (Huang et al., 2011 & Welti et al., 2002).

Tabla 7.

Presentación del módulo de almacenamiento y pérdida

Comportamiento de un líquido viscoelástico	Comportamiento viscoso y elástico	Comportamiento de un gel viscoelástico o sólido, concentrado
$G'' > G'$	$G' = G''$	$G' > G''$
Para el estado fluido, líquido o solución diluida.	Para el punto de transición sólido/gel	Para el estado a un gel o solución concentrado.

Fuente: (Mezger, 2014)

2.7.2.2. Curva de flujo y viscosidad

Las mediciones de viscosidad son de utilidad para los alimentos a evaluar fluidos difíciles con suspensiones de partículas grandes (1 mm) que tienden a asentarse y es la caracterización reológica (límite elástico) de materiales semilíquidos que resisten. Sin embargo, no hay un método consistente para estimar la tasa de corte promedio requerida para el procesamiento adecuado de las curvas de flujo (Rao, 1999 & Steffe, 1996).



2.7.2.2.1. Comportamiento de flujo (n)

Es un parámetro adimensional, el cual se define como la desviación del comportamiento reológico con respecto a los fluidos newtonianos, es decir, mientras más se aleje el valor de n de la unidad más pronunciadas serán las características no newtonianas del fluido. Además, para aquellos fluidos que presenten n igual a 1 son considerados como los fluidos newtonianos, mientras tanto para aquellos líquidos con n menores a 1 ($n < 1$) representan a un fluido Pseudoplástico y caso contrario cuando n sea mayor a 1 ($n > 1$) son conocidos como los fluidos dilatantes.

a) Fluidos Pseudoplásticos

Estos fluidos diluyentes (*Shear-Thinning*) o ley de potencia líquidos, se identifican por la disminución de la viscosidad o son menos espesos debido al acrecentamiento de la velocidad de deformación ($\dot{\gamma}$) que cuando se cizallan lentamente, representado el comportamiento de adelgazamiento (Singh & Heldman, 2014), son reconocidos cuando el índice de comportamiento de flujo (n) es menor a la unidad ($n < 1$) (Mueller, 1973) y la gráfica del ($\tau = \sigma$) frente a la ($\dot{\gamma}$) es no línea (Barbosa et al., 1993).

Entre los alimentos comunes reconocidos están; jugos concentrados de frutas o de vegetales, compota de manzana, almidón (Rha, 1978 & Escobar, 2008), ketchup, mostaza, suspensiones acuosas (Ramírez, 2006), puré de plátano, salsa vinagreta, jarabe de chocolate, salsa de enchilada, jarabe para panqueque (Steffe, 1996) derivados del tomate (Rao, 1977), productos lácteos como la nata (Prentice, 1984). Con frecuencia las bebidas de frutas, néctares, sopas, salsa, etc. siendo la consistencia un parámetro de gran importancia en la calidad de los fluidos (Ibarz & Barbosa, 2003).

El modelo matemático Ostwald-De Waele (Ley de potencia) es la recomendada utilizar, para determinar las constantes reológicas de aquellos fluidos Pseudoplásticos (Díaz, 2018; Dak et al., 2007 & Haminiuk et al., 2006):

$$\tau = k\gamma^n$$

Este modelo se linealiza por la ecuación logarítmica en una recta (Panchi, 2013):

$$\log \tau = \log k + n * \log \gamma$$

Donde τ es esfuerzo de corte (Pa o N/m²), γ la velocidad de deformación (s⁻¹), K constante de índice de consistencia de flujo (Pa.sⁿ) y n índice de comportamiento de flujo.

b) Fluidos dilatantes

Son conocidos como *Shear-Thickening*, estos fluidos se espesan a altas velocidades de deformación y son productos, donde, la viscosidad aparente crece a medida que aumenta la velocidad de deformación o gradiente de velocidad, también es reconocido cuando el índice de comportamiento de flujo (n) es mayor a la unidad ($n > 1$), la curva reológica es no lineal y la pendiente de la viscosidad aumenta, por lo que también es recomendable utilizar el modelo de la Ley de potencia (Díaz, 2018).

Dentro de estos fluidos existentes están; las suspensiones, concentrados de almidón, pastas acuosas, mieles de eucalipto, (Díaz, 2018), dióxido de titanio, disoluciones de harina de maíz, etc. (Ramírez, 2006), almidón de maíz crudo (Steffe, 1996), mantequilla de maní homogenizado, pasta de salchicha (Rha, 1978).

2.7.2.2.2. Coeficiente de consistencia (K)

El valor de K se define como la medida indirecta de la viscosidad y es una constante de proporcionalidad entre la relación de deformación y esfuerzo de corte. Este



parámetro es muy importante, ya que cuando K aumenta el líquido es más espeso o viscoso. Por ello, esta constante depende del comportamiento de flujo (n).

Para determinar el valor de n se obtiene de la ecuación lineal obtenida entre el logaritmo de la velocidad de deformación (gradiente de velocidad) (s^{-1}) vs. logaritmo del esfuerzo cortante (Pa), donde n es la pendiente de la ecuación. Mientras tanto para determinar K reemplazar a la fórmula lineal de la Ley de potencia para linealizar la ecuación y calcular el intercepto del antilogaritmo de K .

2.7.2.2.3. Viscosidad

Es el parámetro más utilizado para el área de procesos alimentarios como; jugos de frutas, bebidas líquidas, néctares, mermeladas, jaleas, etc. (Fellows, 2000), es sinónimo de la fricción interna y espesor, propiedad física de un fluido que describe la resistencia a fluir producida por la fricción aislada o interna (Bourne, 2002). La viscosidad de un fluido en gran parte depende de las propiedades fisicoquímicas del material como; la estabilidad, densidad, temperatura, naturaleza de los componentes, etc. (Singh & Heldman, 2014). Así mismo, es reconocida un parámetro muy útil para identificar la calidad en el ámbito del atributo sensorial de la textura, estructura física del fluido, consistencia viscosa (más o menos espeso) y la consistencia elástica (Díaz, 2018).

2.8. EVALUACIÓN SENSORIAL

El término sensorial se deriva del latín *sensus*, que indica el sentido. Es una técnica de medición que tiene la relación compleja de una persona frente al producto que se catara (Huezo, 2008), no solo para los consumidores la composición de los alimentos sea apropiado y libre de microorganismos patógenos, además deben de satisfacer las necesidades sensoriales (García, 2016a). La ventaja de este tipo de análisis es que las personas llevan consigo sus propios instrumentos, o sea sus cinco sentidos.



Según Nicod, (2008), señala dos técnicas de análisis sensorial: (1) pruebas objetivas relacionado con personas catadores entrenados y escogidos por sus aptitudes sensoriales que describen y diferencian los productos; (2) pruebas hedónicas relacionado con las propiedades sensoriales al nivel de satisfacción de las preferencias y aversiones de los consumidores respecto a cualidades del producto en sabor, olor, color, apariencia general. Artica, (2014), informa sobre las propiedades sensoriales:

2.8.1. Sabor

El sabor característico de un alimento se percibe mediante el sentido del gusto o fase gustativa que alberga a la sensación bucal de la degustación de distintos sabores como: el ácido, dulce, salado y amargo (Espinosa, 2021). Además, este aspecto permite identificar las diferentes sustancias químicas que se localizan en los alimentos.

Según estudios fisiológicos existen cuatro sensaciones los cuales se definen de la siguiente manera: (1) sabor dulce o dulzor es más pronunciado en la punta de la lengua, donde hay células receptoras que reconocen azúcares, glicoles, aldehídos, cetonas, alcoholes o sustancias orgánicas en los alimentos; (2) sabor salado y (3) ácido se perciben en los bordes de entrada y salida, y los receptores son estimulados por sustancias ácidas; (4) sabor amargo se siente principalmente en la parte posterior o base de la lengua.

2.8.2. Olor

El olor es una propiedad sensorial para los alimentos muy importante y necesarios, ya que ayuda a percibir las sustancias volátiles originarios de los alimentos que se desprenden por la nariz y son percibidos por los receptores olfatorios. Además, el sentido del olor tiene la relación entre las sustancias de referencias o aromáticas que se sienten mediante todo el sistema nasal.



2.8.3. Apariencia general

En este aspecto los jugos, néctares y bebidas de frutas deben poseer una apariencia a un fluido homogéneo, claro o clarificado, turbio, que presenten sólidos en suspensión y puede ocurrir la sedimentación de partículas que contiene la bebida, pero a excepción de materias extrañas que puede parecer contaminante (NTP, 2022).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente proyecto de investigación, para la obtención de la bebida nutritiva y la determinación de las propiedades reológicas y fisicoquímicas se llevó a cabo en el laboratorio de Biotecnología de alimentos (laboratorio de investigación en propiedades físicas, reológicas) de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial - EPIA, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno - UNAP – Perú. La determinación de las propiedades microbiológicas de la materia prima utilizada y el producto final de la bebida nutritiva a base de lactosuero con la inclusión de jugo de maracuyá y harina de chía se realizó en el laboratorio de microbiología de la EPIA – UNAP. El análisis de la composición nutricional proximal y análisis sensoriales se llevó a cabo en el Centro de Investigación en Ciencias de los Alimentos (CICAL) de la Universidad Peruana Unión – UpeU – Juliaca.

3.2. MATERIA PRIMA

- Lactosuero sin sal (suero dulce de queso) se provee de la planta de procesamiento de productos quesero de la Cooperativa de Servicios San Santiago de Caritamaya – Acora de la Región de Puno.
- Maracuyá (*Passiflora edulis*) fue adquirida del mercado local “Plaza Veá” y el Granos de Chía (*Salvia Hispánica L.*) fue obtenido del mercado local Puno, debidamente seleccionada.



3.3. MATERIALES

3.3.1. Insumos

- Azúcar (edulcorante)
- Sorbato de potasio (conservante)
- Carboximetil celulosa (CMC) (estabilizante).

3.3.2. Maquinarias y equipos

- Autoclave, marca LABSTAC, con temperatura hasta 121°C.
- Balanza analítica marca 35 CIENTIFIC, modelo FA2104, capacidad de 200 a 210g.
- Balanza electrónica Marca TS, modelo TS500, capacidad de 1 – 5 kg.
- Incubadora, marca Gemmy Industrial Corp., modelo IN-601.
- Contador de colonias, marca H.W. Kessel, modelo LANDISVILLE, NJ 08326.
- Estufa eléctrica, marca OVENS, modelo 50L, capacidad 0 – 80°C.
- Molido a cuchillas Ultraturrac, marca RETSCH, modelo GM200.
- Titulador (acidez titulable).
- Equipo pH – metro, marca METTLER TOLEDO, modelo FIVEEASY.
- Refractómetro digital, modelo HI 96801, capacidad de 0 a 85% Brix.
- Baño maría, marca MEMMERT GmbH, modelo WEN22.
- Agitador magnético, marca IKA, modelo C-MAG HS 7.
- Reómetro Modular Compacto (MCR), marca “Anton Paar RheoCompass”, modelo MCR 302, incluido la placa parallel plate (Part N°: 79045).
- Descremadora eléctrica, marca SICH, capacidad 80 – 110 litros/hora.
- Compresor de aire, marca SCHULZ, modelo MSV 6.
- Termómetro de capacidad de 0 – 100°C.



3.3.3. Materiales de laboratorio y diversos

- Probetas de 100ml, Vasos precipitados de 50ml, Pipetas de 1, 5, 10ml.
- Mechero bunsen.
- Gradillas, Tubos de ensayo, Placas Petri films.
- Papel aluminio, Papel Kraft, Pitas pabilos
- Espátula, Cucharitas de acero inoxidable (tipo espátulas)
- Telas filtrantes
- Envases

3.3.4. Reactivos

- Plate Count Agar (para cultivar aerobios mesófilos).
- Agua destilada
- Solución de Hidróxido de sodio (NaOH) a 0.1 N.
- Indicador Fenolftaleína

3.3.5. Software

- El Reómetro Modular Compacto (MCR) “Anton Paar RheoCompass”.
- Statgraphics Centurión XVI, Programa estadístico excellence.

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

En la Tabla 8 se muestra los diferentes tratamientos formulados con Lactosuero (SD), Jugo de maracuyá (JM) y Harina de chía (HC) para la obtención de las bebidas.

Tabla 8.

Formulación de la bebida nutritiva a base de lactosuero con la inclusión de JM y HC

Nº	SD (%)	JM (%)	HC (%)	Azúcar (%)	CMC (%)	Sorbato de potasio (%)
T1	73	20	0.5	6.5	0.15	0.04
T2	73	20	1	6	0.15	0.04
T3	73	20	1.5	5.5	0.15	0.04
T4	68	25	0.5	6.5	0.15	0.04
T5	68	25	1	6	0.15	0.04
T6	68	25	1.5	5.5	0.15	0.04
T7	63	30	0.5	6.5	0.15	0.04
T8	63	30	1	6	0.15	0.04
T9	63	30	1.5	5.5	0.15	0.04

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2, se presenta el diagrama de flujo en cuatro etapas para la obtención de las bebidas nutritivas formulada con SD, JM y HC.

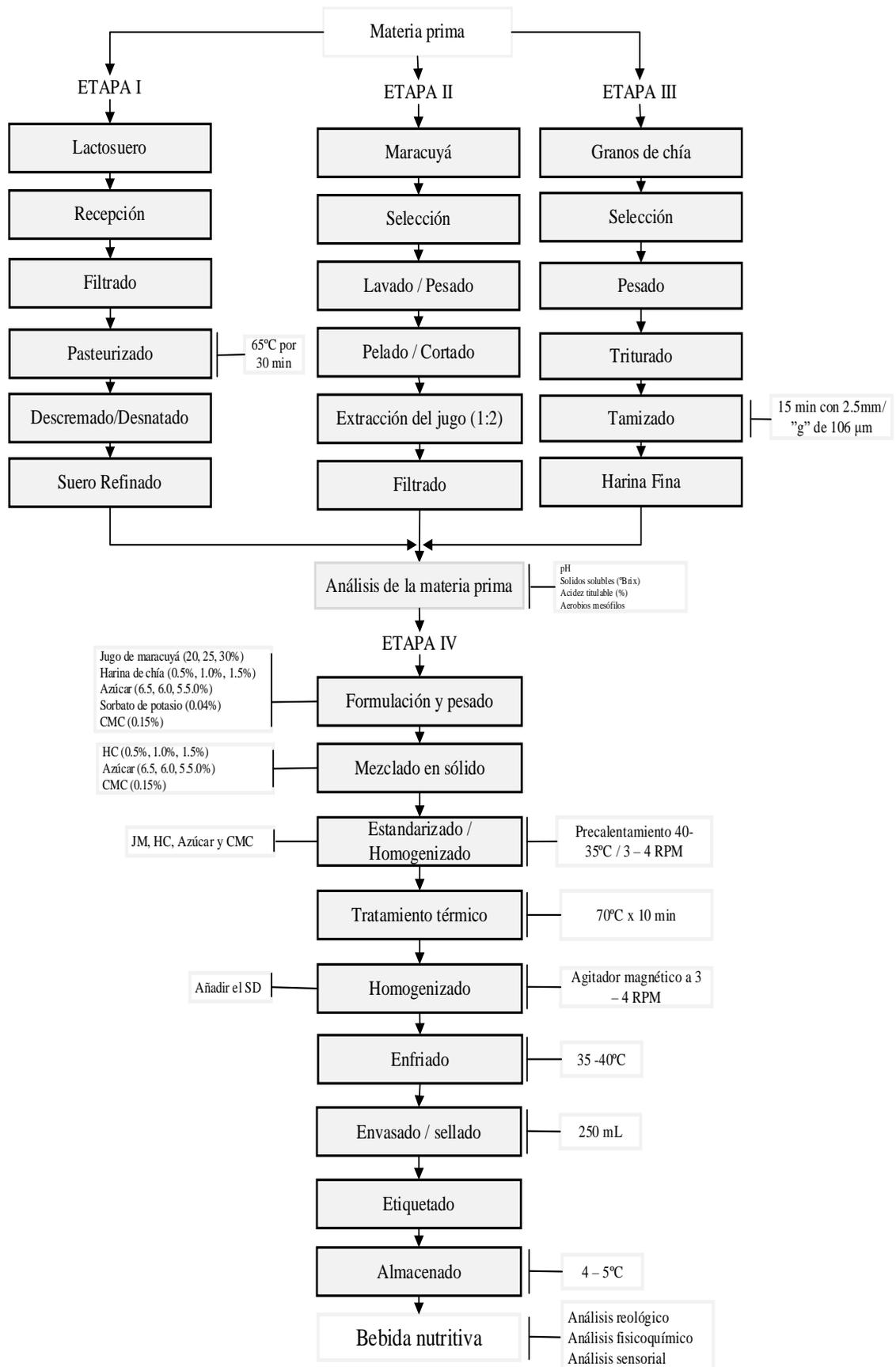


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de la bebida nutritiva dividida en 4 etapas

Fuente: Baccouche et al., (2013) & Díaz et al., (2018)



3.4.1. Descripción de las operaciones para la obtención de la bebida

Los detalles de cada operación se desglosan en cuatro etapas desde los tratamientos y/o análisis preliminares de la materia prima (lactosuero, jugo de maracuyá y harina de chíá) hasta la obtención de la bebida. A continuación, se presentan las operaciones unitarias que se procedieron, para obtener la bebida a base de lactosuero con la inclusión de jugo de maracuyá y harina de chíá.

- Tratamiento preliminar del lactosuero – ETAPA 1
- Operaciones preliminares de la obtención del jugo de maracuyá– ETAPA 2
- Operaciones preliminares para la obtención de la harina de chíá– ETAPA 3
- Obtención de la bebida nutritiva a base de lactosuero con la inclusión de jugo de maracuyá y harina de chíá – ETAPA 4

3.4.1.1. Tratamiento preliminar del lactosuero –Etapa 1

Las operaciones unitarias para el tratamiento preliminar del lactosuero se realizaron de acuerdo al diagrama de flujo que se muestra en la Figura 3.

- **Materia prima.** El lactosuero se adquirió de la planta láctea de Caritamaya - Acora, Región Puno. El suero dulce ha sido obtenido de la coagulación de la leche y como muestra para la optimización en una bebida se adquirió del primer desuerado del proceso de elaboración de queso.
- **Recepción.** Una vez que se recepcionó el suero dulce luego inmediatamente se llevó a almacenar a 4°C por 72 horas lo recomendado por la Norma TGL 31974 con la finalidad de que el producto no adquiriera contaminantes u olores extraños del medio ambiente que pueden alterar las propiedades del producto (Lopez & Polo, 2004).

- **Filtrado.** Este proceso se realizó utilizando un colador tipo tela para retener todas las materias extrañas del queso adheridas al suero dulce.
- **Pasteurizado.** Para aprovechar el lactosuero, se realizó el proceso del tratamiento térmico con la finalidad de eliminar ciertos microorganismos o gérmenes patógenos que pudieran encontrarse en el lactosuero, el cual se utilizó el equipo baño maría y se sometió a la temperatura de 65°C por 30 minutos (Díaz et al., 2018). Al mismo tiempo ha sido enfriado a 35°C y fue llevado al siguiente proceso.
- **Descremado / Desnatado.** Este proceso se efectuó después del pasteurizado, a través del mecanismo de la descremadora que facilito a quitar la cantidad de grasa del lactosuero. El equipo industrial “Descremadora” es principalmente para el desnatado del suero, compuesto por paquetes de discos internos.
- **Separación del suero tratado.** La etapa de separar dos fases: parte líquida (suero refinado que se utilizó para la obtención de la bebida) y parte sólida (requesón o torta).
- **Análisis del lactosuero refinado.** Se analizó los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, el dato promedio se ve en el ítem de Resultados y Discusiones.

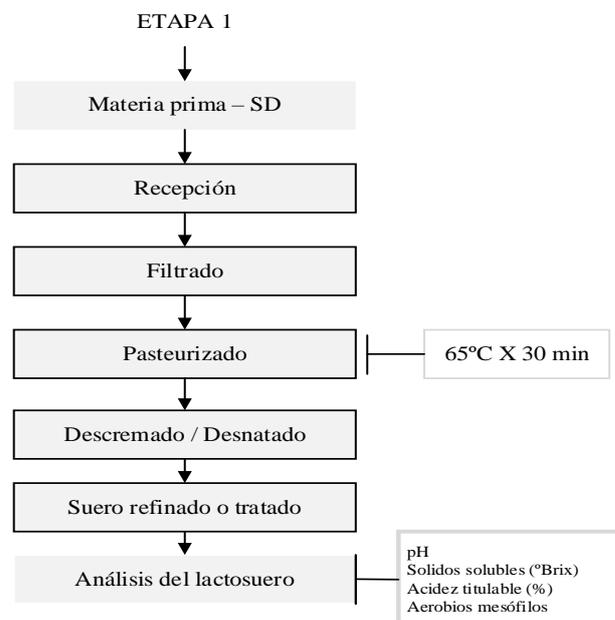


Figura 3. Diagrama de flujo del pretratamiento preliminar del lactosuero

Fuente: Elaboración propia.



3.4.1.2. Operaciones preliminares a la maracuyá y obtención del jugo–Etapa 2

Las operaciones unitarias y el tratamiento para el maracuyá y la obtención del jugo se llevaron de acuerdo al diagrama que se muestra en la Figura 4.

- **Recepción de la materia prima.** El maracuyá se adquirió del mercado local de la Región Puno “Plaza Vea” en un estado fisiológicamente maduros de la variedad *Passiflora edulis var. Flavicarpa* la más reconocida y recomendada por investigadores.
- **Selección.** Durante este proceso se separó las frutas de maracuyá en buen estado con los que estén en mal estado
- **Lavado.** Seguido se llevó a lavar con abundante agua.
- **Pesado.** Se controló el peso con el propósito de obtener el rendimiento del extracto de jugo.
- **Pelado y/o cortado.** Se realizó manualmente con ayuda de un cuchillo, previamente desinfectado.
- **Extracción del jugo.** Para la obtención del zumo y/o jugo de maracuyá se efectuó en la relación de pulpa: agua tratada (1:2), es decir para 1000 gr de pulpa de fruta se utilizó 2000 ml de agua tratada. Este proceso se llevó por medio de un molino a cuchillas Ultraturrac sometido a un tiempo de 1.0 min por 2 RPM de velocidad.
- **Filtrado.** Se utilizó un colador tipo tela filtrante para separar restos de pepa o algunas partículas extrañas para ser utilizado para la formulación de la bebida.
- **Análisis del jugo de maracuyá.** El jugo de maracuyá se llevó a análisis fisicoquímico, el resultado promedio se nota en el ítem de Resultados y Discusiones.

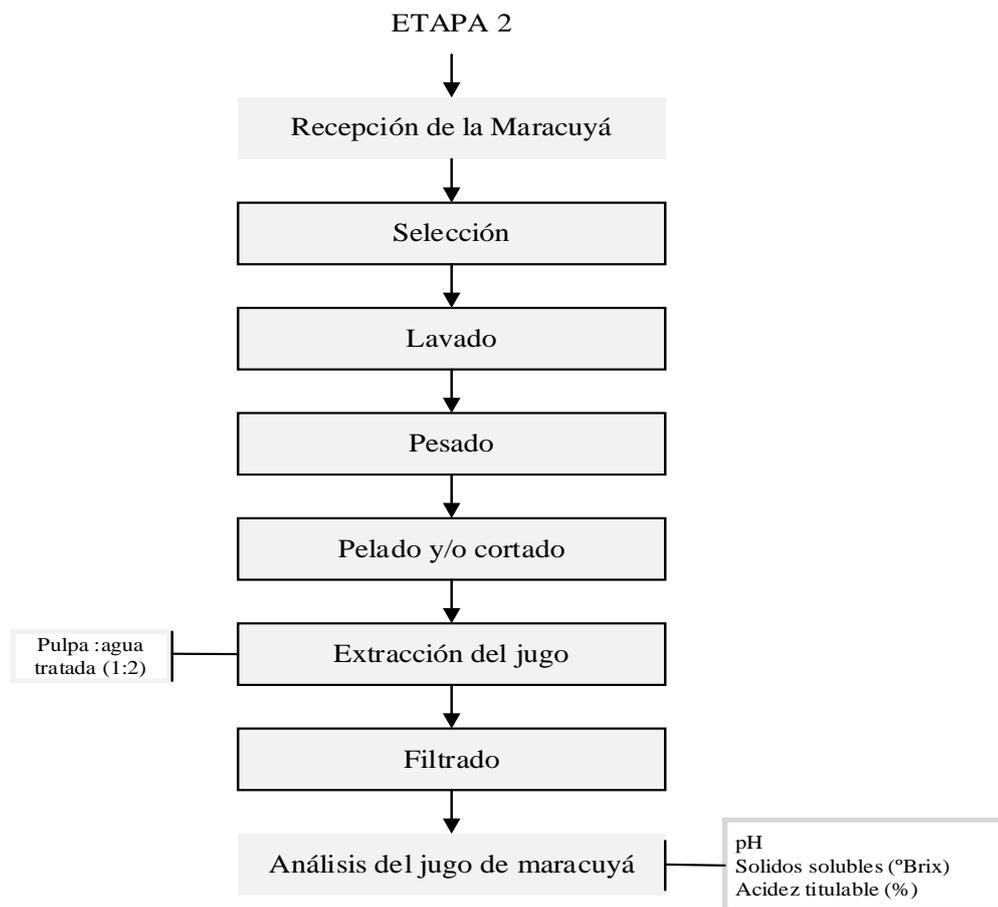


Figura 4. Diagrama de flujo para el tratamiento del maracuyá y obtención del jugo

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.3. Operaciones para la obtención de la harina de chía –Etapa 3

Las operaciones unitarias y el tratamiento para la semilla de chía y obtención de la harina fina se llevó de acuerdo al diagrama que se muestra en la Figura 5.

- **Recepción de la materia prima.** El grano de chía se adquirió del mercado local de la Región Puno de la variedad negra la más consumida.
- **Selección.** Se realizó la separación de los granos de chía con algunas materias extrañas (pelo, piedras, etc.).
- **Pesado.** Se realizó el control del peso del grano de chía con la finalidad de obtener el rendimiento final de la harina.
- **Triturado.** Se llevo a cabo de forma manual utilizando un mortero de laboratorio.

- **Tamizado.** Esta operación se realizó mediante un tamiz eléctrico sometido a un tiempo de 30 minutos con una amplitud de vibración de 1 – 2.5 mm/”g” con la finalidad se obtener harina fina de 75 - 106 micrómetros (μm).
- **Análisis de la harina de chía.** Se determinó las propiedades fisicoquímicas por triplicado, el dato promedio se observa en el ítem de los Resultados y Discusiones.

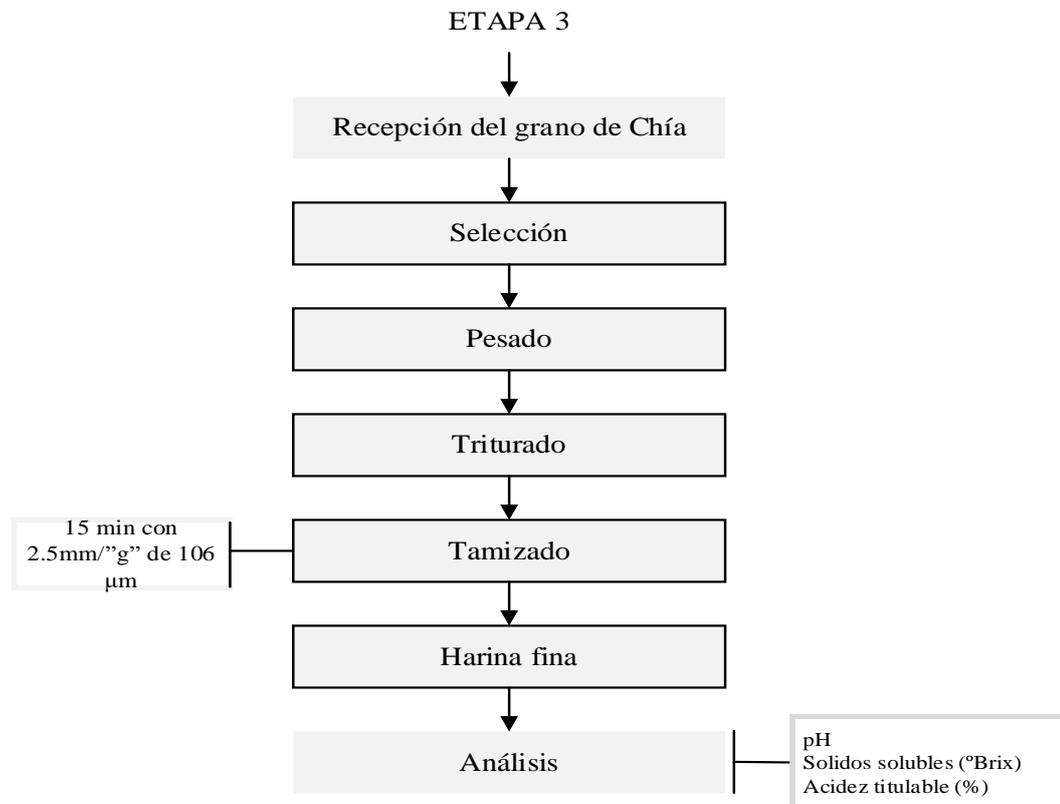


Figura 5. Diagrama de flujo de las operaciones y tratamiento preliminar de la harina de chía

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.4. Obtención de la bebida nutritiva –Etapa 4

Las operaciones unitarias y tratamientos para la obtención de las bebidas nutritivas a base de SD con inclusión de JM y HC se efectuó de acuerdo a la ETAPA 4 del diagrama de flujo que se muestra en la Figura 6.

- **Análisis de la materia prima.** Después de realizar las operaciones preliminares a cada materia prima, seguido se continuo en la elaboración de las bebidas nutritivas.



- **Formulación y pesado.** La materia prima (SD, JM y HC) y los insumos (azúcar) se formuló en base al 100%, y se llevó a pesar cada materia prima y el resto de los insumos en función a la formulación mostrado en la Tabla 8.
- **Mezclado en sólido.** Esta operación se realizó con el propósito de mezclar la materia solida como; la HC, azúcar y CMC, para que el siguiente proceso de la estandarización con el JM no ocurra efectos secundarios en la formación de grumos en la bebida.
- **Estandarizado y homogenizado.** Se efectuó con ayuda de un agitador magnético para la estandarización del jugo de maracuyá (JM) y la materia sólida. Se inicio con el precalentamiento al JM en el mismo agitador a una temperatura de 40°C, seguidamente se agregó la mezcla de la materia solida a medida que el magneto (pastilla) gira a una velocidad de 3RPM. Esta operación unitaria se realizó con el propósito de que la dilución de la materia prima y los insumos tengan un mejor aspecto en la textura y viscosidad del producto final.
- **Tratamiento térmico.** Se continuó realizando el tratamiento térmico a la dilución del JM y la materia solida (HC, azúcar y CMC) hasta alcanzar a 70°C por 10 minutos (Mieles et al., 2018; Mogollon et al., 2015; Rodríguez et al., 2020 & Sepúlveda et al., 2002), este proceso se realizó con el objetivo de eliminar la mayor carga microbiana de los insumos que están ingresando a la bebida.
- **Homogenizado.** Este proceso se realizó a la misma temperatura, homogenizando el SD y resto de los insumos (sorbato de potasio como conservante), mediante un agitador magnético.
- **Enfriado.** Seguido de un enfriado a las bebidas, a la temperatura entre 35- 40°C (Mogollon et al., 2015).
- **Envasado / sellado.** El producto final pasteurizado se envaso manualmente a temperatura ambiente en botellas de vidrio de 250 mL.

- **Etiquetado.** Se rotuló con la frase “Bebida nutritiva de lactosuero con jugo de maracuyá y harina de chíá”.
- **Almacenado.** La bebida obtenida se almacenó en refrigeración a una temperatura de 4 ± 1 °C, con la finalidad de mantener las propiedades reológicas, fisicoquímicas, sensoriales del producto final.
- **Bebida nutritiva.** El producto final se evaluó las variables dependientes o de respuesta (comportamiento reológico, propiedades fisicoquímicas y organolépticos).

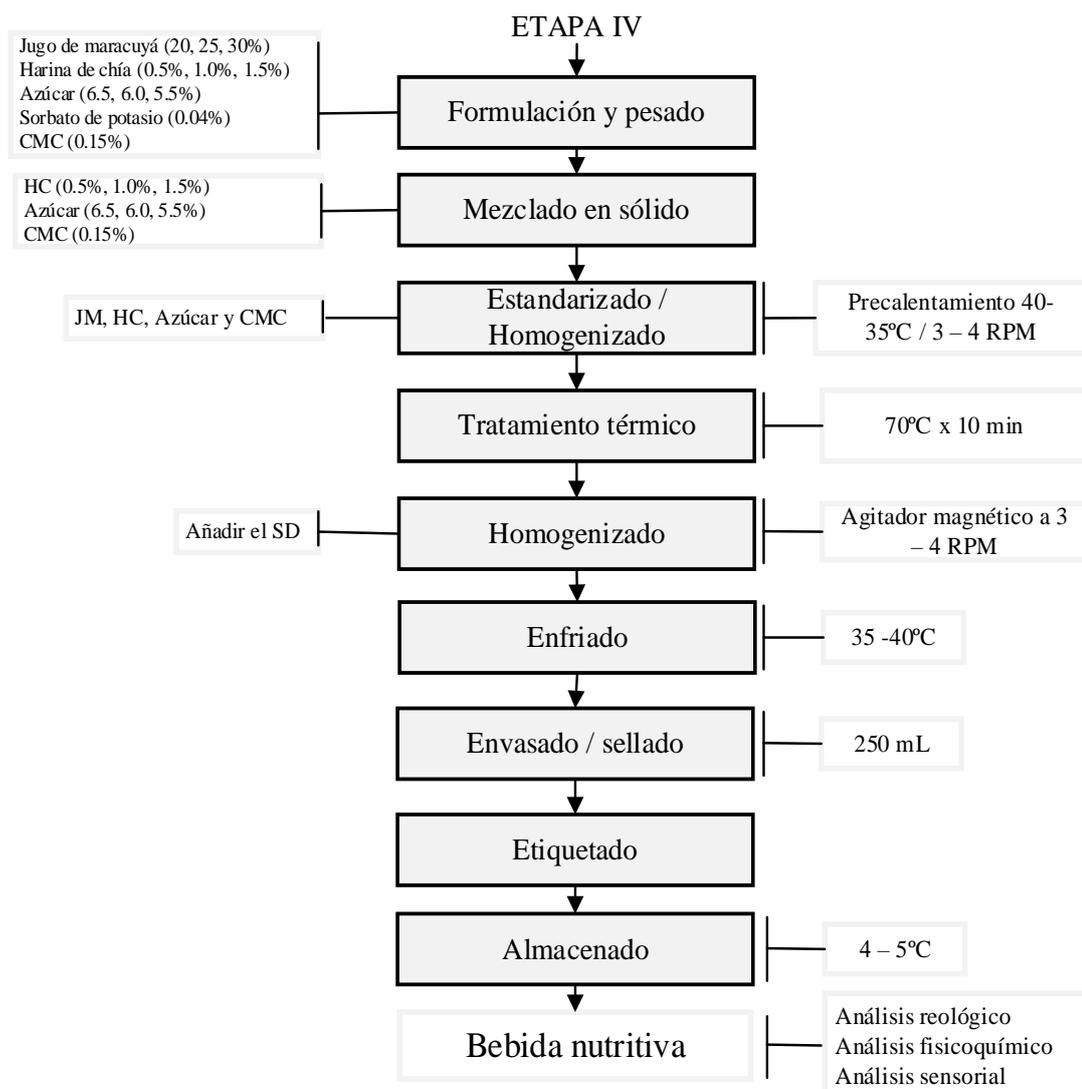


Figura 6. Diagrama de flujo para la obtención de las bebidas con SD, JM, HC.

Fuente: Elaboración propia.



3.5. METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS

3.5.1. Análisis preliminar fisicoquímico y microbiológico de la materia prima

3.5.1.1. Análisis fisicoquímico de la materia prima

- a. **pH** se determinó utilizando el equipo pH – metro, mediante el método AOAC.981.12-2005 o Método IFU No. 11-1989 (CODEX-STAN-247, 2005).

Para el caso del SD, JM (se diluyo en relación al peso de la pulpa de maracuyá y agua tratada -1:2) y HC (se trituro y diluyo en relación semilla de chíá: agua destilada-1:10), luego cada cual de las materias primas de colocaron en diferentes vasos precipitados la muestra de 30 ml, seguido se introdujo los electrodos del pH – metro por un tiempo hasta que deje de parpadear y aparezca la señal se lectura en el equipo.

- b. **Solidos solubles** se determinó utilizando el equipo Brixómetro o refractómetro de mesa, por el método AOAC 932.12 (CODEX-STAN-247, 2005).

Para la materia prima SD, JM (se diluido en relación al peso de la pulpa de maracuyá y agua tratada - 1:2) y HC (se trituro y diluyo en 1:10 chíá y agua), seguido se calibro el refractómetro con agua destilada y luego se colocó una gota y/o 1 ml de la muestra, luego se oprimió el botón “Read” para observar el resultado.

- c. **Acidez titulable** se determinó utilizando el titulador, por el método AOAC, 942.15.

- Para el SD, JM (diluido pulpa y agua de 1:2) y HC (se trituro y diluyo en la relación 1:10 chíá y agua), seguido por cada materia se colocó 10 ml de muestra en diferentes vasos precipitados, luego se agregó 3 gotas del indicador fenolftaleína y se llevó a titular con NaOH al 0.1 N hasta que forme un color rosado pardo por un minuto. Se expresó en % ácido láctico para el SD, % ácido cítrico JM y % ácido oleico HC.

Para calcular el porcentaje de acidez se calculó mediante la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(GB) * (N) * (Pmeq)}{Q} * 100$$



Donde:

- GB = Gasto de bureta o gasto de la solución 0.1N de NaOH en mL
- N = Normalidad del agente titulante o de la solución NaOH (0.1)
- Peq = Peso equivalentes del ácido de muestra (Pmeq_{SD} ácido láctico =0.09g/eq;
Pmeq_M ácido cítrico =0.064g/eq; Pmeq_{HC} ácido oleico =0.282g/eq)
- Q= cantidad de la muestra en gr.

3.5.1.2. Análisis microbiológico de la materia prima

Se realizó el análisis microbiológico para el SD y los tratamientos óptimos empleando el método descrito en la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (MINSA/DIGESA, 2008), donde se evaluó lo siguiente:

- Recuento de Aerobios mesófilos (en UFC/ ml).

3.5.2. Análisis de las propiedades reológicas – objetivo 1

La evaluación de las propiedades reológicas (comportamiento viscoelástico, comportamiento de flujo y viscosidad) se analizaron para las diferentes muestras (nueve tratamientos) incluido la muestra control - T0 (Bebida comercial tipo néctar), como se observa en la Tabla 9.

Tabla 9.

Tratamientos evaluados en las propiedades reológicas

Nº	SD (%)	JM (%)	HC (%)	AZÚCAR (%)
T1	73	20	0.5	6.5
T2	73	20	1	6
T3	73	20	1.5	5.5
T4	68	25	0.5	6.5
T5	68	25	1	6
T6	68	25	1.5	5.5
T7	63	30	0.5	6.5
T8	63	30	1	6
T9	63	30	1.5	5.5
T0	Bebida comercial tipo Néctar			

SD: Lactosuero o Suero Dulce, JM: Jugo de Maracuyá, HC: Harina de Chía.

Fuente: Elaboración propia.

Las mediciones reológicas se realizó de acuerdo a Ricci et al., (2021) con algunas modificaciones, para ello se utilizó el Reómetro Modular Compacto (MCR 302, Anton Paar GmbH, Graz, Austria) equipado con un sistema de plato paralelo de 60 mm de diámetro (PP50), tamaño de Gap fue de 1.000 mm de distancia, cada muestra fueron sometidos a temperatura constante 20°C (Hassanzadeh et al., 2022).

3.5.2.1. Comportamiento viscoelástico

3.5.2.1.1. Barrido de frecuencia

Se efectuó de acuerdo a la investigación realizado por Ricci et al., (2021); Sah et al., (2016); Dahdouh et al., (2016) & Kim et al., (2016) con algunas modificaciones.

El análisis viscoelástico se inició con las pruebas de barrido de amplitud / deformación, donde se encontró la Región Viscoelástica lineal (LVE). Seguido el fluido alimentario se llevó a las mediciones oscilatorias, para ello se calibro el Reómetro



Modular Compacto conjuntamente con la placa circular plato paralelo a 60.00 mm de diámetro a un Gap de 1.000 mm en base a la medición y cada muestra aproximada de 15 ml se sometió a la base superficial de la placa del reómetro y se dejó previamente a que se equilibre por 5 min. a la temperatura constante 20°C para garantizar que se logre la homogeneidad térmica de la muestra antes de iniciar la medición. Y se sometió con una frecuencia angular de 0.1 – 1 rad/s (0.0159 – 0.1592 Hz) con una amplitud y frecuencia de deformación de 0.5% dentro del ángulo pequeño de cizallamiento oscilatorio o LVE. Los experimentos de cada tratamiento fueron repetidos al menos tres veces para asegurar la consistencia de los resultados. Las curvas de barrido de frecuencia del módulo de almacenamiento (G') y módulo de pérdida (G'') se trazaron en función de la frecuencia.

3.5.2.2. Curva de flujo y viscosidad

3.5.2.2.1. Índice de comportamiento de flujo y viscosidad

El análisis reológico sobre la viscosidad, comportamiento de flujo (n) e índice de consistencia (K) se realizó de acuerdo a las investigaciones realizadas por Ricci et al., (2021) & Kim et al., (2016) y otros autores, con algunas modificaciones.

Inicialmente, se llegó a obtener las bebidas a base de SD con la inclusión de JM y HC para cada tratamiento siguiendo los diagramas de flujo que se explicaron anteriormente. Seguido el fluido alimentario se llevó a las pruebas reológicas para ello se inició calibrando el equipo Reómetro Modular Compacto conjuntamente con la placa circular plato paralelo de 60.00 mm de diámetro a un Gap de 1.000 mm en base a la medición. Continuamente, cada muestra de 10 – 15 ml se transfirió a la placa superficial del reómetro y se dejó previamente por 5 minutos a que equilibre la temperatura 20°C para garantizar que se logre la homogeneidad térmica de la muestra antes de iniciar la medición, además cada tratamiento se sometió a una rampa logarítmica de la velocidad

de cizallamiento o deformación entre $0.01 - 100 \text{ s}^{-1}$ (1/s) (Ricci et al., 2021). Se obtuvo la curva de la viscosidad aparente VS. velocidad de deformación, curva de flujo y los datos experimentales (velocidad de deformación frente al esfuerzo cortante) se ajustó al mejor modelo reológico de Ostwald-De Waale (Ley de potencia) típico para fluidos que presentan un comportamiento de adelgazamiento por cizallamiento y la calidad del ajuste se concertó por medio del coeficiente de determinación (R^2). El modelo se representa con la siguiente formula (Capitani et al., 2015 & Rodrigues et al., 2020):

$$\tau = k\gamma^n$$

El modelo matemático que se utilizó se linealiza en una ecuación logarítmica:

$$\log \tau = \log k + n * \log \gamma$$

Los experimentos de cada tratamiento fueron repetidos al menos tres veces para asegurar la consistencia de los resultados.

3.5.3. Análisis fisicoquímico y nutricional de los tratamientos óptimos – objetivo 2

3.5.3.1. Análisis de las propiedades fisicoquímico

- **pH** se determinó utilizando el equipo pH – metro METTLER TOLEDO, mediante el método experimentado AOAC 981.12.2005.
- **Sólidos solubles** se determinó utilizando el equipo Brixómetro o refractómetro de mesa, por el método AOAC 932.12.2000, expresado en grados Brix.
- **Acidez titulable** se determinó utilizando el titulador y se aplicó el método AOAC 942.15.2000.

3.5.3.2. Análisis nutricional proximal para las bebidas óptimas

En esta etapa se analizaron tres tratamientos óptimos de las bebidas nutritivas, que fueron elegidos comparando los resultados reológicos y fisicoquímicos.

Tabla 10.*Métodos para el análisis nutricional proximal*

Análisis	Método
Humedad	AOAC Official Method 930.15. Humidity determination in foods. Gravimetric method 2000.
Proteína	AOAC Official Method 939.02. Protein (milk) in milk chocolate. Kjeldahl Met 1939.
Grasa	AOAC Official Method 963.15. Fat in Cacao Products - Soxhlet Extraction Met 1973.
Ceniza	AOAC Official Method 945.46. Ash of milk. Gravimetric method 1945.

Fuente: Centro de investigación en Ciencias de Alimentos (CICAL) – Universidad Peruana Unión – UpeU.

3.5.4. Análisis sensorial para los tratamientos óptimos – objetivo 3

El análisis sensorial de las bebidas se realizó a tres tratamientos más representativos. El panel consistió de 35 panelistas no entrenados quienes evaluaron las bebidas seleccionadas. La evaluación sensorial (sabor, olor y apariencia general) se basó en la escala hedónica de 7 puntos (1: Muy desagradable; 7: Muy agradable), a cada panel se entregó una hoja tipeada para la respectiva calificación (ver Anexo F), donde la escala de 1 a 3 se denominaron "región de rechazo", mientras que la escala de 5 a 7 se denominaron "región de aceptación", la escala 4 se consideró como "región de indiferencia" (Ni agradable, ni desagradable) (Carreiro, 2013) citado por (Flores, 2019). Las muestras elegidas fueron presentadas en contenedores nuevos y libres de olores, se utilizó agua para el lavado de la boca entre muestras.

3.6. FACTORES DE ESTUDIO

Las variables independientes o estudio de la investigación son las siguientes:

- Factor A: Concentración de suero dulce – SD (73, 68, y 63%).
- Factor B: Inclusión de jugo de maracuyá – JM (20, 25, y 30%).



- Factor C: Inclusión de harina de chía – HC (0.5, 1.0 y 1.5%).
- Factor D: Concentración de azúcar (6.5, 6.0 y 5.5%).

3.7. VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables dependientes se detallan en función a cada objetivo experimentado

3.7.1. Para el primer objetivo

- Propiedades reológicas (comportamiento viscoelástico, de flujo y viscosidad).

3.7.2. Para el segundo objetivo

- Propiedades fisicoquímicas (pH, sólidos solubles y acidez).
- Composición nutricional proximal (humedad, proteína, grasa, cenizas).

3.7.3. Para el tercer objetivo

- Características sensoriales (sabor, olor y apariencia general).

3.8. ANÁLISIS DEL MODELO ESTADÍSTICO

3.8.1. Para el primer y segundo objetivo:

3.8.1.1. Propiedades reológicas y fisicoquímicas

El análisis de datos de las propiedades reológicas y fisicoquímicas con tres repeticiones de las diferentes bebidas de SD con la inclusión de JM y HC se ajustaron al modelo estadístico del Diseño Completamente al Azar (DCA) obteniendo la Tabla de análisis de varianza (ANVA), a un grado de 95% de confianza y nivel de significancia $p \leq 0.05$ (Díaz et al., 2018). Además, los diferentes tratamientos se contrastaron mediante la comparación múltiple de media de la prueba de Tukey (HDS) para determinar las posibles diferencias estadísticas significativas. Se trabajó con el programa estadístico

Statgraphics Centurión XVI Versión 16.1.11 (Gutiérrez & De-La-Vera, 2012; Berger et al., 2018; Montgomery & Runger, 2003). La Tabla del diseño experimental se muestra en el Anexo A.

Los valores experimentales se ajustaron al siguiente modelo estadístico lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

i: 1,2,3,4,...,9: Bebida nutritiva de suero dulce con jugo de maracuyá y harina de chía.

j: 1,2 y 3: Repeticiones.

Donde:

Y_{ij} : Variable dependiente /respuesta observada (propiedades reológicas y fisicoquímicas), de la j-ésima unidad experimental, sujeta al i-ésimo de bebidas nutritivas (tratamientos).

μ : Es la media general.

α_i : Efecto de la i-ésimo de bebidas nutritivas (tratamientos)

β_j : Efecto de la j-ésima unidad experimental de tratamientos

ε_{ij} : Error experimental

3.8.1.2. Composición nutricional proximal tratamientos óptimos

a) Humedad, Proteína, Grasa, Ceniza

Los resultados por triplicado de la composición nutricional proximal de las bebidas representativas seleccionadas (Tabla 11) fueron procesados usando el diseño ANVA y el Software Microsoft Excel 2019 en la obtención de la media, varianza (S^2), desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV).

Tabla 11.*Evaluación estadística de los tratamientos óptimos de las bebidas nutritivas*

Nº	SD (%)	JM (%)	HC (%)	AZÚCAR (%)
T1	73	20	0.5	6.5
T4	68	25	0.5	6.5
T8	63	30	1	6

3.8.2. Para el tercer objetivo: evaluación sensorial de los tratamientos óptimos

a. Sabor, olor y apariencia general

Para el análisis sensorial de las bebidas nutritivas más representativas (Tabla 11) se empleó el Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) a un grado de 95.0% de confianza y una significancia $p \leq 0.05$, con 35 panelistas no entrenados, quienes evaluaron en sabor, olor y apariencia general en la escala de 7 puntos, además de ello se obtuvo la bebida con mayor calificación y se ajustó al siguiente modelo estadístico lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + \varepsilon_{ij}$$

i: 1,2,3...: Número de bloques (sabor, olor y apariencia general)

j: 1,2,3...: Número de tratamientos (las bebidas más representativas)

Donde:

Y_{ij} : Es el grado de aceptación en el i-ésimo bebida nutritiva de j-ésimo panelistas.

μ : Es el efecto de la media general.

β_i : Es el efecto del i-ésimo bebidas nutritivas.

T_j : Es el efecto del j-ésimo panelistas.

ε_{ij} : Es el efecto del error experimental en la i-ésima bebida nutritiva de j-ésimo panelistas.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA

El presente trabajo de investigación sobre la obtención de una bebida a base de lactosuero (SD) con la inclusión de jugo de maracuyá (*Passiflora edulis*) (JM) y harina de chía (*Salvia hispánica*) (HC), se inició con los tratamientos preliminares y operaciones unitarias aplicados a cada materia prima como; al SD, JM y HC.

El lactosuero (SD) como materia prima para los análisis y obtención de la bebida se adquirió del primer desuerado del proceso de elaboración de queso. En la Tabla 12, se muestra los resultados preliminares fisicoquímicos y microbiológicos del SD. El cual presento un pH de 6.62, solidos solubles 6.17°Brix y acidez titulable 0.1205% expresado en ácido láctico. Datos similares fue reportado por Spreer, (1996), donde mostraron valores de pH del lactosuero dulce entre 6.3 - 6.45, acidez 0.12% y solidos solubles de 6.15 – 6.7°Brix. Asimismo, Vivas et al., (2017), mostraron valores de pH del SD 6.6 y acidez 0.16%, Murrillo, (2019), a través de la NTE INEN 2594, 2012, reportaron valores de pH entre 6.4 – 6.8, acidez de 0.16%. Otros estudios indicaron que el SD posee valores de pH entre 5.8 – 6.6 (Beltrán & Casilla, 2015), acidez 0.10 – 0.20 % (expresado en ácido láctico) (Linden & Lorient, 1996) y solidos solubles 6.71 °Brix (Ñahui, 2017), Por otra parte Mogollon et al., (2015), mostro el valor del pH 6.59, solidos solubles 6.71°Brix y acidez 0.12%, dichos valores son semejantes para el SD del presente estudio.

Tabla 12.*Comparación del análisis fisicoquímico y microbiológico del suero dulce (SD)*

Componentes	Análisis fisicoquímico	Recomendado
pH (15.35°C)	6.62 ± 0.116	5.8 – 6.8
Solidos solubles (°Brix) (15°C)	6.17 ± 0.071	6.15 – 6.7
Acidez titulable (expresado % ácido láctico)	0.1205 ± 0.004	0.10 – 0.20
Análisis microbiológico		
Aerobios – mesófilos (35°Cx48hr)	3.4x10 ⁴ - 2.3x10 ⁴ UFC/ml	3x10 ⁴ – 12x10 ⁴

Fuente: Mogollon et al., (2015); Spreer, (1996); Vivas et al., (2017).

En cuanto, al análisis microbiológico Aerobios – Mesófilos del SD que se utilizó como materia prima para la elaboración de las bebidas, oscilo entre 3.4x10⁴ - 2.3x10⁴ UFC/ml. Según la Norma Sanitaria que establece los criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano mostro valores de 2x10⁴ – 5x10⁴ UFC/g. Asimismo, Murrillo, (2019), señaló los valores de Aerobios – Mesofilos para el SD entre 3x10⁴ – 10x10⁴ UFC/g y según el MINSA, (2008), reportaron valores entre 5x10⁴ - 12x10⁴UFC/ml, en base a estas comparaciones el SD utilizado en el presente estudio se encuentra dentro del rangos por la normativa y las investigaciones.

Análisis fisicoquímico de materia prima JM, se muestran en la siguiente Tabla 13.

Tabla 13.*Resultados fisicoquímico del jugo de maracuyá (JM)*

Componentes	Jugo de maracuyá diluido (JMD) (1:2)	Recomendado para el JMD
pH (12.2°C)	3.02 ± 0.001	3.44 - 3.45
Solidos solubles (°Brix) (14.14°C)	3.08 ± 0.101	2.3 – 2.4
Acidez titulable (% de ácido cítrico)	0.3051 ± 0.004	0.3840

Fuente: Muñoz & Segundo, (2019).

En la Tabla 13 se observan los resultados de las propiedades fisicoquímicas del jugo de maracuyá diluido (JMD) (1:2). Donde se observaron que el JMD presentó el pH de 3.02, sólidos solubles 3.08°Brix y acidez titulable de 0.3051% expresado en ácido cítrico. Resultados cercanos fue obtenido por Muñoz & Segundo, (2019), donde mostro valores de pH entre 3.44 – 3.45, sólidos solubles 2.3 – 2.4 °Brix muy próximo al JMD del presente estudio.

Los análisis fisicoquímicos realizados a la materia prima, harina de chía (HC) se muestran en la siguiente Tabla 14.

Tabla 14.

Resultados del análisis fisicoquímico de la harina de chía (HC)

Componentes	Harina de chía - HC
pH (14.0°C)	6.97 ± 0.064
Sólidos solubles (°Brix) (15°C)	0.23 ± 0.011
Acidez titulable (expresado % de ácido oleico)	0.0186 ± 0.001 alcalino

En la Tabla 14, se aprecia que la HC presentó el pH de 6.97, sólidos solubles 0.23°Brix y acidez 0.0186% expresado en ácido oleico. Comparado con el resultado de Alvarado, (2015), muestro el pH 6.0 - 6.5. Mientras Muñoz, (2012), reportó de 6.5 – 9 de pH de la semilla de chía, el cual es considerado un pH alcalino.

4.2. PRIMER OBJETIVO: PROPIEDADES REOLÓGICAS

4.2.1. Comportamiento viscoelástico

4.2.1.1. Barrido de frecuencia

Las mediciones oscilatorias del barrido de frecuencia se llevaron a cabo dentro del Rango Viscoelástico Lineal (LVE) para los diferentes tratamientos de las bebidas de

lactosuero (SD) con la inclusión de jugo de maracuyá (JM) y harina de chíá (HC), donde presentaron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la tabla ANVA que se muestra en el Anexo B.1.

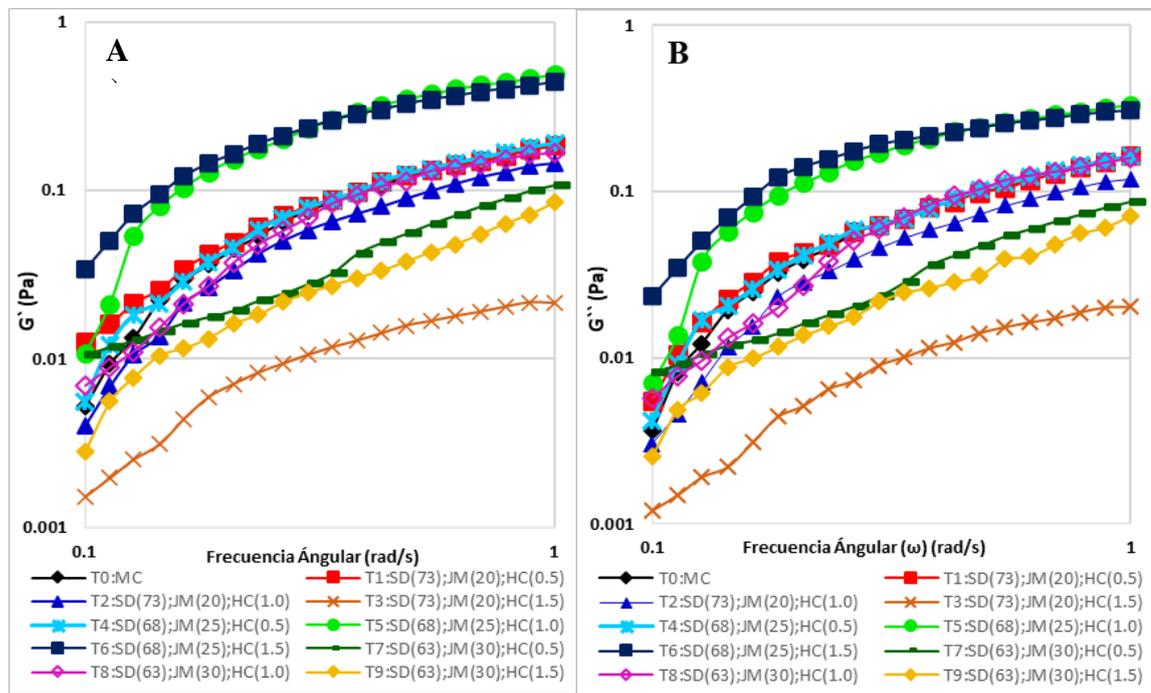


Figura 7. Mediciones de los espectros mecánicos en función a la frecuencia angular de los diferentes tratamientos evaluados de las bebidas a base de SD con la inclusión de JM y HC. A) Módulos de almacenamiento (G') (Pa); y B) Módulo de pérdida (G'') (Pa).

Los espectros mecánicos del Módulo de almacenamiento (G') y Módulo de pérdida (G'') en función a la frecuencia angular (ω) de las distintas bebidas de SD, JM y HC se presentan en la Figura 7, donde se observa que G' (Figura 7 A) fue mayor que G'' (Figura 7 B), el cual revela el predominio del comportamiento gel – viscoelástico sobre el comportamiento líquido – viscoso, mostrando un comportamiento típico en bebidas de frutas concentrados con sólidos suspendidos que presentan un comportamiento sólido – viscoelástico predominante a un gel débil ($G' > G''$) además, la dependencia de G' y G'' con el aumento de la frecuencia es significativo (Ricci et al., 2021; Pereira et al., 2008; Burgos & Rivera, 2018).



Efectos similares fue reportado por Dahdouh et al., (2016), en bebidas de zumos de naranja con diferentes suspensiones de contenido de solidos solubles presentaron que G' fue mayor que G'' respondiendo a un comportamiento sólido viscoelástico con estructura similar a un gel. De igual forma, Salinas et al., (2021), indicaron que los espectros mecánicos de una bebida a base de jugo de manzana enriquecida con fibra de manzana identificaron el aumento de G' que G'' en la prueba de barrido de frecuencia.

En la Tabla 15 y 16 se observa la comparación múltiple de la prueba de Tukey de G' y G'' de los diferentes tratamientos de las bebidas a base de SD, JM y HC.

Tabla 15.

Prueba comparativa de Tukey del módulo de almacenamiento (G') de las bebidas.

Tratamientos	G'	Nivel de Significancia		
T5	0.2494±0.024	a		
T6	0.2418±0.016	a	b	
T1	0.0893±0.003	a	b	c
T4	0.0884±0.004		b	c
T0	0.0856±0.003		b	c
T8	0.0796±0.003			c
T2	0.0659±0.002			c
T7	0.0433±0.001			c
T9	0.0313±0.001			c
T3	0.0113±0.001			c

Desviación estándar: ±

Tabla 16.*Prueba comparativa de Tukey del módulo de pérdida (G'') de las bebidas.*

Tratamientos	G''	Nivel de significancia		
T6	0.1830±0.009	a		
T5	0.1760±0.011	a	b	
T4	0.0745±0.003	a	b	c
T1	0.0737±0.002	a	b	c
T0	0.0722±0.003	a	b	c
T8	0.0710±0.003	a	b	c
T2	0.0536±0.002		b	c
T7	0.0359±0.001			c
T9	0.0269±0.001			c
T3	0.0109±0.000			c

Desviación estándar: ±

En la Tabla 15, se muestra el módulo de almacenamiento (G') de las bebidas, donde los tratamientos T5 (0.2494 Pa), T6 (0.2418 Pa) y T1 (0.0893 Pa) son superiores en valores de G' , seguido del grupo de tratamientos T6, T1, T4 y T0, mientras como grupo inferior están los tratamientos T1, T4, T0, T8, T2, T7, T9 y T3. En tanto, la Tabla 16, muestra el módulo de pérdida (G''), los tratamientos T6 (0.1830 Pa), T5 (0.1760 Pa), T4 (0.0745 Pa), T1 (0.0737 Pa), T0 (0.0722 Pa) y T8 (0.0710 Pa) fueron mayores en valores mencionados, seguido del grupo estadístico de tratamientos T5, T4, T1, T0, T8 y T2, comparado con el tratamiento T7, T9 y T3 que presentaron valores inferiores. La variación y aumento paulatino de las variables dependientes de los espectros mecánicos de G' y G'' puede atribuirse a la naturaleza fisicoquímica del SD, JM, HC, concentración de partículas sólidas, fracción de sólidos soluble (SS) (Ahmed et al., 2000), estructuras moleculares de polisacáridos de azúcares, pectina, celulosa, hemicelulosas que forma parte del JM (Rubio & Hernández, 2019). También se observa que la interacción del SD frente al HC generan una cantidad considerable de microgeles de dispersiones



mucilaginosas de chía (Capitani et al., 2015) ya que es un polímero con propiedades espesantes que ayuda en las características de calidad reológica (Razavi & Karazhiyan, 2009), y de ante mano presentan el predominio elástico de G' sobre G'' con un comportamiento de adelgazamiento por cizallamiento y una estructura similar típico a un gel débil elástico.

Resultados similares fueron reportados en bebidas de frutas a base de agua y leche (Rubio & Hernández, 2019), bebidas de jugos de pulpa de Umbu (Pereira et al., 2008), jugo de pulpa de siriguela (Augusto et al., 2012) en el régimen de bajas amplitudes de cizallamiento oscilatorio ($\omega \leq 1$ rad/s) mostraron el predominio viscoelástico sobre los viscosos, siendo G' mayor que G'' y exhibiendo el comportamiento de adelgazamiento. De igual forma, Tonon et al., (2009), indicaron el predominio mayor de G' sobre G'' en muestra de bebida de jugo de pulpa acai, caracterizándolos muestras con comportamiento elástico semejante a un gel débil. Mientras en una bebida de jugo de pulpa de sanky o sancayo, revelaron valores similares al presente estudio de los espectros mecánicos de G' y G'' ($0.001 < G', G'' < 1.0$ Pa) y denotaron que G' es mayor que G'' con características semi-líquidas viscoelásticas (Burgos & Rivera, 2018), además de un comportamiento típico a un gel débil de naturaleza No Newtoniano (Steffe, 1996).

De acuerdo a lo antes mencionado, el comportamiento gel débil – viscoelástico que presentaron los tratamientos de las bebidas nutritivas, en la industria alimentaria sería un sector de mucha importancia y ventajoso para los consumidores, ya que se busca integrar tres ingredientes naturales considerados como alimentos saludables, ya que aparte de ser una bebida nutritiva también aporta el poder de un alimento funcional ayudando en la salud por el contenido de SD, JM y HC.

4.2.2. Curva de flujo y viscosidad

La variación de la viscosidad de las bebidas formuladas a base de SD con la inclusión de JM y HC estadísticamente fueron diferentes ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la tabla ANVA que se muestra en el Anexo B.2.

En la Figura 8, se presenta el comportamiento de viscosidad vs. velocidad de deformación de los diferentes tratamientos de las bebidas de SD, JM y HC. Se observa que la viscosidad en todos los tratamientos estudiados disminuye con el aumento de la velocidad de deformación. Además este comportamiento que presentan las diferentes bebidas es el más común dentro de los fluidos No Newtoniano – Pseudoplásticos en la industria de bebidas (Hassanzadeh et al., 2022).

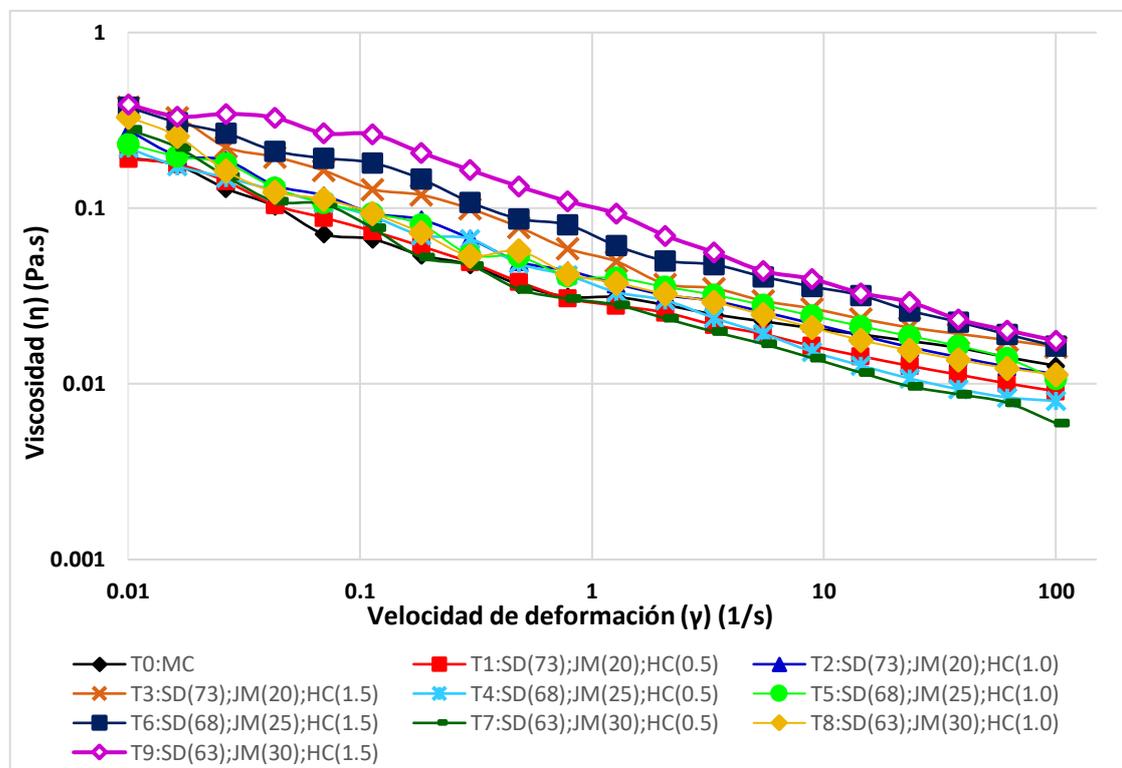


Figura 8. Comportamiento de la viscosidad en relación a la velocidad de deformación para los diferentes tratamientos evaluados de las bebidas a base de SD con la inclusión de JM y HC.

Tabla 17.*Prueba comparativa de Tukey de la viscosidad de las bebidas.*

Tratamientos	Viscosidad (Pa.s)
T9	0.1483 ^a ±0.017
T6	0.1156 ^{ab} ±0.011
T3	0.1024 ^{bc} ±0.011
T8	0.0761 ^{cd} ±0.007
T2	0.0739 ^{cd} ±0.006
T5	0.0706 ^{cd} ±0.004
T4	0.0632 ^d ±0.004
T7	0.0629 ^d ±0.006
T1	0.0563 ^d ±0.003
T0	0.0558 ^d ±0.003

En la Tabla 17 con respecto a la Figura 8, se muestra la prueba comparativa de Tukey sobre viscosidad, donde los tratamientos T9, T6 y T3 con la concentración al 1.5% HC registraron valores altos en viscosidad entre 0.1483, 0.1156 y 0.1024 Pa.s respectivamente, es decir, mayor resistencia a fluir que el tratamiento control de una bebida comercial tipo néctar (T0) con 0.0558 Pa.s. Seguido de los tratamientos con concentraciones de 1.0% HC de las bebidas T8, T2 y T5, dentro del cual el tratamiento (T8) con menor porcentaje de SD (63%) y mayor JM (30%), presento mayor resistencia al flujo, lo que indica que tuvo un poco más de viscosidad que los tratamientos con mayor porcentaje de SD (73%) y menor JM (20%). Por el contrario, el tratamiento control (T0) exhibió significativamente ($p \leq 0.05$) menor viscosidad similar a los tratamientos que contienen el 0.5% HC (T4, T7, T1).

Este comportamiento que presentan los tratamientos evaluados es típico para fluidos No Newtoniano de la industria de bebidas. Además, el aumento paulatino de la viscosidad puede atribuirse a la concentración de las sustancias poliméricas del mucilago



de la HC, que por su alta solubilidad brinda una estabilidad de alta calidad, la composición fisicoquímica, tamaño de partícula, concentración de los ingredientes del SD y JM influyen directamente en las bebidas (Lozano, 2006), además el contenido de polisacáridos por parte del JM al interactuar con la HC ayudan en la estabilidad como espesante (Muñoz, 2012).

Resultados similares al presente estudio, fue reportado en una bebida nutritiva de maracuyá adicionado al 0.5 – 1.5% de chíá, donde el efecto por la chíá al 1.5% mostro mayor viscosidad (0.03383 Pa.s) que las bebidas con contenido de 0.5 y 1.0% de chíá (0.02558 y 0.02752 Pa.s respectivamente) (Huezo, 2008). Asimismo, Flores, (2019), elaboro una bebida funcional de maracuyá y piña con extracto de hojas de moringa (30, 40, 50 %) y chíá (0.5 - 1.0 %), donde reporto que la bebida con 0.5% chíá presento menor viscosidad (0.028 – 0.033 Pa.s), que las bebidas con 1.0% de chíá, además señaló que las bebidas con menor viscosidad (promedio de 0.028 Pa.s) fue considerado el mejor tratamiento por tener un efecto característico a las bebidas comerciales.

Por otra lado, Cabrera, (2019), determino la viscosidad aparente de una bebida a base de suero dulce (25, 50 y 75%) y tarwi adicionado con 0.1% de CMC dando valores de 0.03597 - 0.02057 Pa.s. Mientras Alvarado, (2015), reporto valores de viscosidad entre 0.00761 – 0.0142 Pa.s en bebida funcional a base de naranja con extracto de apio y chíá (adicionado de 1.25 – 1.60%), además el efecto de la viscosidad aumento cuando mayor es la adición de chíá, asimismo señalo que la concentración de apio tuvo un efecto mínimo en la viscosidad, similar al SD del presente estudio. Pero la NTP 203,110, señala que la viscosidad para jugos, néctares y bebidas no alcohólicas, bebidas a base de frutas, vegetales, etc. deben estar dentro del rango mínimo de 0.0049 - 0.110 Pa•s, encontrándose dentro de este rango establecido a todas las bebidas estudiadas.

Para modelar la curva de flujo, se utilizó la ecuación del modelo reológico de la “Ley de potencia”, esto describe adecuadamente los parámetros reológicos, además son muchos los autores que lo recomiendan para encontrar los parámetros de flujo en bebidas, jugos, pulpas de frutas, etc. (Ricci et al., 2021), (Dahdouh et al., 2015), (Rodrigues et al., 2020) & (Dak et al., 2007). Los parámetros del comportamiento de flujo (n), índice de consistencia (K) y coeficiente de correlación (R^2) de los diferentes tratamientos de las bebidas a base de SD con la inclusión de JM y HC se muestran en la Tabla 18. Estadísticamente presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la tabla ANVA que se muestran en el Anexo B.2. a un nivel de confianza de 95.0%.

Tabla 18.

Parámetros reológicos de los diferentes tratamientos de las bebidas a base de suero dulce con la inclusión de jugo de maracuyá y harina de chía

Tratamientos	n	K (Pa.s ⁿ)	R^2
T0	0.7141 ^a ± 0.044	0.2428 ^{cd} ± 0.008	0.9906
T1	0.6648 ^{ab} ± 0.030	0.2339 ^{cd} ± 0.013	0.9965
T2	0.6590 ^{ab} ± 0.024	0.2619 ^{bcd} ± 0.022	0.9967
T3	0.6456 ^{ab} ± 0.025	0.2996 ^{bc} ± 0.010	0.9946
T4	0.6221 ^{ab} ± 0.024	0.2409 ^{cd} ± 0.009	0.9987
T5	0.6853 ^{ab} ± 0.032	0.2643 ^{bcd} ± 0.016	0.9972
T6	0.6592 ^{ab} ± 0.003	0.3232 ^{ab} ± 0.026	0.9986
T7	0.6029 ^{bc} ± 0.040	0.2279 ^d ± 0.007	0.9933
T8	0.6495 ^{ab} ± 0.027	0.2607 ^{bcd} ± 0.010	0.9931
T9	0.6561 ^{ab} ± 0.058	0.3811 ^a ± 0.060	0.9912

Leyenda: n : índice de comportamiento de flujo (adimensional); K : Coeficiente de consistencia (Pa.sⁿ); R^2 : Coeficiente de determinación. Las letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas, según la comparación múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$), Desviación Estándar (DE): \pm .

El comportamiento de flujo (n), significa el flujo Newtoniano y flujo No Newtoniano de un fluido. Como se puede observar en la Tabla 18 los diferentes tratamientos de las bebidas de SD, JM y HC, presentaron el valor del parámetro del



comportamiento de flujo (n) entre 0.6029 – 0.7141, no exhibiendo diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con el tratamiento control de una bebida comercial tipo néctar (T0). Excepto que el tratamiento control (T0) exhibió significativamente ($p \leq 0.05$) mayor índice de comportamiento de flujo (n) en comparación con los tratamientos que contienen 0.5% HC (las bebidas T4, T7).

Estos valores responden que las bebidas estudiadas, presentaron un comportamiento No Newtoniano de Naturaleza Pseudoplastica, ya que el comportamiento de flujo es menor a la unidad ($n < 1$), similares resultados fueron reportados por Mechato & Siche, (2020), quienes indican que las bebidas de jugo de maracuyá adicionado 5% de fibra dietética presentaron comportamiento Pseudoplástico (0.75 – 0.80), así mismo, la resistencia a fluir disminuyo con el aumento de velocidad de deformación. Falguera & Ibarz, (2010), reportaron que, las curvas flujo de las bebidas concentrados de jugo de naranja, presentaron el mismo comportamiento No Newtoniano de Naturaleza a un fluido Pseudoplástico ($n < 1$) con valores de 0.636 – 0.650. De igual forma, Muñoz & Segundo, (2019), informaron comportamiento Pseudoplástico para bebidas tipo néctar a base de maracuyá adicionado con mucilago de Linaza (0.05, 0.1 y 0.15%) con valores de 0.6808 – 0.8511 del comportamiento de flujo (n).

El aumento paulatina del comportamiento de flujo (n) probablemente se debe a la concentración de solidos de la materia prima o ingredientes del producto terminado, ya que según Rodrigues et al., (2020), experimentaron a bebidas de jugo de Malbec con concentraciones de solidos solubles entre 13.6 – 29°Brix, donde el comportamiento de flujo (n) aumento (0.9471) por la disminución del contenido de solidos (13.6°Brix), y disminuyo (0.6297) al aumentar los sólidos (29.0°Brix).



En todos los tratamientos de las bebidas estudiadas, el comportamiento de flujo es menor que la unidad ($n < 1$). Cuando se acerca más a la unidad indica la disminución de las características de Pseudoplásticidad se asemeja a un fluido Newtoniano, mientras alejado de la unidad presenta características Pseudoplasticas y cercanos a cero presenta mayor Pseudoplasticidad (Steffe, 1996).

En cuanto al coeficiente de consistencia (K), los distintos tratamientos presentaron entre 0.2279 – 0.3811 Pa.sⁿ (Tabla 18). Para las bebidas T9, T6 y T3 mostraron mayor valor (0.3811, 0.3232 y 0.2996, Pa.sⁿ respectivamente) en comparación de las bebidas T5, T2 y T8 (0.2643, 0.2619 y 0.2607 Pa.sⁿ respectivamente), los cuales no presentan diferencias estadísticas entre ellos. Por el contrario, el tratamiento control de una bebida tipo néctar (T0) exhibió significativamente ($p \leq 0.05$) menor coeficiente de consistencia (K) similar a las bebidas T4, T1, T7 (0.2409, 0.2339 y 0.2279 Pa.sⁿ respectivamente), lo que indicaría que estas bebidas, tienen el mejor comportamiento Pseudoplástico, debido a que muestran menor comportamiento de flujo.

El aumento del contenido de HC (1.5%) contribuyo directamente a la constante del coeficiente de consistencia (K) por las interacciones fisicoquímicas, concentraciones y estructuras moleculares de la materia prima del SD, JM frente a la HC, es decir, que el coeficiente de consistencia (K) incrementa al aumentar la concentración de HC (Suárez et al., 2015), mientras que el comportamiento de flujo (n) disminuye. Además, el aumento paulatino del coeficiente de consistencia (K) puede deberse al mayor número de enlaces que conectan las moléculas de polisacáridos por parte del JM al interaccionar con la HC, dando una textura más espesa y estable (Rubio & Hernández, 2019) que se observa en los tratamientos T9, T6 y T3.



Acorte a esto, Tonon et al., (2009), reportaron valor del coeficiente de consistencia (K) entre 0.16 – 0.20 Pa.sⁿ en jugos de pulpa de acai. Pastuña, (2012), mostro valor de 0.241 – 0.123 Pa.sⁿ en bebidas con adición al 15, 20, 25, 30% de lactosuero y jugo de naranjilla, donde la bebida con mejores características fueron tratamientos con menor cantidad de lactosuero y mayor jugo. Similarmente, las bebidas de jugo de Malbec con 13.6°Brix de sólidos solubles oscilo entre 0.2044 - 0.5147 Pa.sⁿ (Rodrigues et al., 2020). Mientras Camelo & López, (2021), reportaron valor del coeficiente de consistencia (K) entre 0.1706 – 0.2671 en bebidas funcionales a base de arándanos.

4.3. SEGUNDO OBJETIVO: PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y NUTRICIONAL

4.3.1. Propiedades fisicoquímicas

El análisis fisicoquímico del pH, °Brix y % acidez de las bebidas a base de lactosuero (SD) con inclusión de jugo de maracuyá (JM) y harina de chía (JM) se presentan en el Anexo C.

4.3.1.1. pH

Los valores de pH de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas a base de SD con la inclusión de JM y HC estadísticamente son diferentes ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la tabla ANVA que se muestra en el Anexo C, a un nivel de confianza de 95.0%, por lo que se procedió a realizar la comparación de Tukey (Tabla 19), con el fin de establecer cuáles medias son significativamente diferentes entre tratamientos.

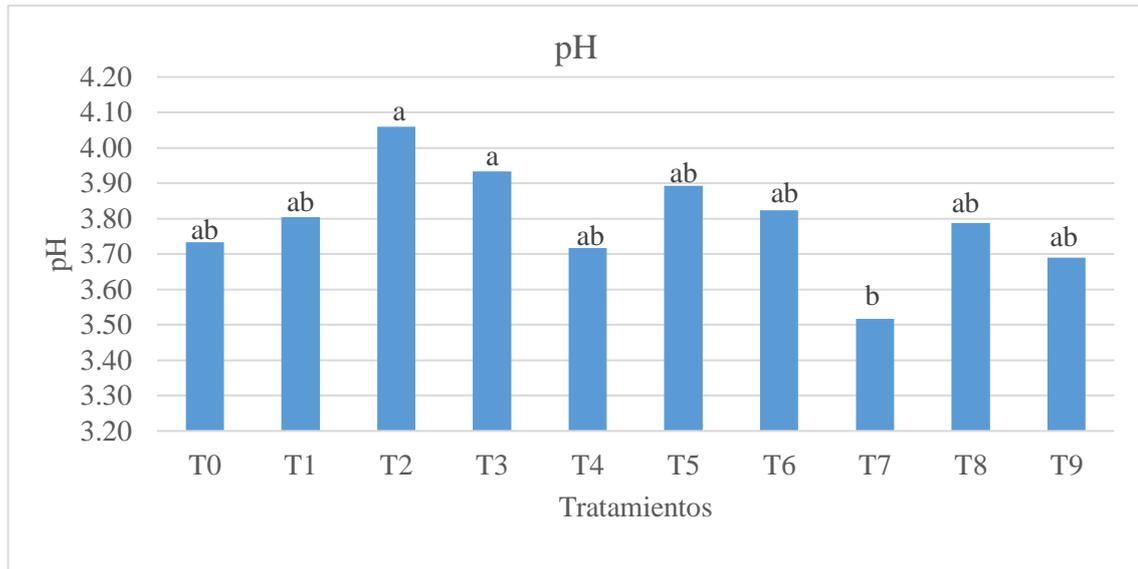


Figura 9. Resultados de pH de las diferentes bebidas a base de SD con la inclusión de JM y HC.

Tabla 19.

Prueba comparativa de Tukey ($p \leq 0.05$), en el pH de las bebidas.

Tratamientos	pH	Nivel de Significancia	
T2	4.060± 0.02	a	
T3	3.933± 0.15	a	
T5	3.893± 0.02	a	b
T6	3.823± 0.01	a	b
T1	3.803± 0.36	a	b
T8	3.787± 0.07	a	b
T0	3.733± 0.07	a	b
T4	3.716± 0.02	a	b
T9	3.690± 0.01	a	b
T7	3.516± 0.03		b

En la evaluación de pH en forma general se puede observar que, las bebidas con diferentes concentraciones de SD, JM y HC presentaron el pH ácido con valores entre 3.52 – 4.06 (Figura 9). En la Tabla 19, se observa que las bebidas T2 (73% SD, 20% JM, 1.0% HC) y T3 (73% SD, 20% JM, 1.5% HC) exhibieron valores de pH mayor con 4.06 y 3.93 respectivamente y no fueron significativos ($p \leq 0.05$) con las bebidas T5 (68%SD,



25%JM, 1.0%HC), T6 (68%SD, 25%JM, 1.5%HC), T1 (73% SD, 20% JM, 0.5% HC), T8 (63%SD, 30·JM, 1.0%HC), T4 (68%SD, 25%JM, 0.5%HC) y T9 (63%SD, 30%JM, 1.5%HC) mostrando valores de pH entre 3.89, 3.82, 3.80, 3.78, 3.71 y 3.69 respectivamente, similares al T0. En caso de la bebida T7 (63%SD, 30%JM, 0.5%HC) revelo un pH menor con 3.52. En base a ello, se puede observar que, el pH de las bebidas se ve influenciado principalmente por la concentración de SD y JM, ya que el aumento del pH se observó al adicionar mayor cantidad de SD y menor JM, mientras la disminución del pH fue afectada por bajas cantidades de SD y mayor presencia de JM por el ácido cítrico que presenta esta fruta.

Comparados con otros estudios los resultados son similares a lo reportado por Chóez & Morales, (2007), obtuvieron valores de pH entre 3.3 – 3.7 en bebidas de lactosuero enriquecidos con vitaminas, similares a los tratamientos T8, T0, T4, T9, T7 del presente estudio. Hassanzadeh et al., (2022), experimento a la bebida funcional a base de jugo de pera y melón enriquecido con polvo de germen de trigo y algas de espirulina, reportaron datos de pH entre 3.19 – 3.43, donde mostraron que la adición de polvo de trigo y espirulina tuvieron poco efecto sobre el pH. Cañizares et al., (2009), dieron datos de pH entre 3.5 – 3.59 en bebidas de jugo de naranja con suero de leche. Asimismo, en la investigación de Mogollon et al., (2015), sobre bebidas de lactosuero con pulpa de maracuyá mostraron resultados de pH entre 4.06 – 4.21

La NTP-203.110, (2009), de jugos, néctares y bebidas de frutas indica que el pH deben ser inferiores a 4.5, en base a ello todas las bebidas en estudio cumplen esta condición (NTP, 2022). En la investigación de Díaz et al., (2018), reporto el pH promedio fue acida con 3.7 en bebidas de lactosuero con sabor a maracuyá, similares al tratamiento T4, T9, T7 del presente estudio. A su vez, Muñoz & Segundo, (2019), señalo valores de pH entre 3.50 – 3.51 en néctares de maracuyá con mucilago de linaza (0.05, 0.10, 0.15%),



cercanos al T7. Mientras Huezo, (2008), reporto pH entre 3.21 – 3.26 para bebidas de maracuyá con chía (0.5, 1.0 y 1.5%) y no se observaron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$). López, (2015), mostro valores de pH entre 3.33 – 3.74 en sus bebidas funcionales a base de extracto de maracuyá con moringa.

Considerando que el pH del suero dulce es 6.62 (Beltrán & Casilla, 2015), del jugo de maracuyá cercano a 3.02 (Ruilova et al., 2018) y de la harina de chía 6.97 (Alvarado, 2015), en base a ello, se puede explicar porque la acidez aumento en las bebidas nutritivas a medida que incremento la concentración de SD. Todos los tratamientos estudiados mostraron el pH cercanos a las especificaciones mencionadas por la NTP y fuentes de investigación.

4.3.1.2. Sólidos solubles

Los valores de solidos solubles (°Brix) de los diferentes tratamientos de las bebidas a base de SD con la inclusión de JM y HC estadísticamente presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la tabla ANVA que se muestra en el Anexo C, a un 95.0% de confianza, por lo que se realizó la comparación múltiple de la prueba de Tukey (Tabla 20), con el fin de comprobar cuáles medias son significativamente diferentes.

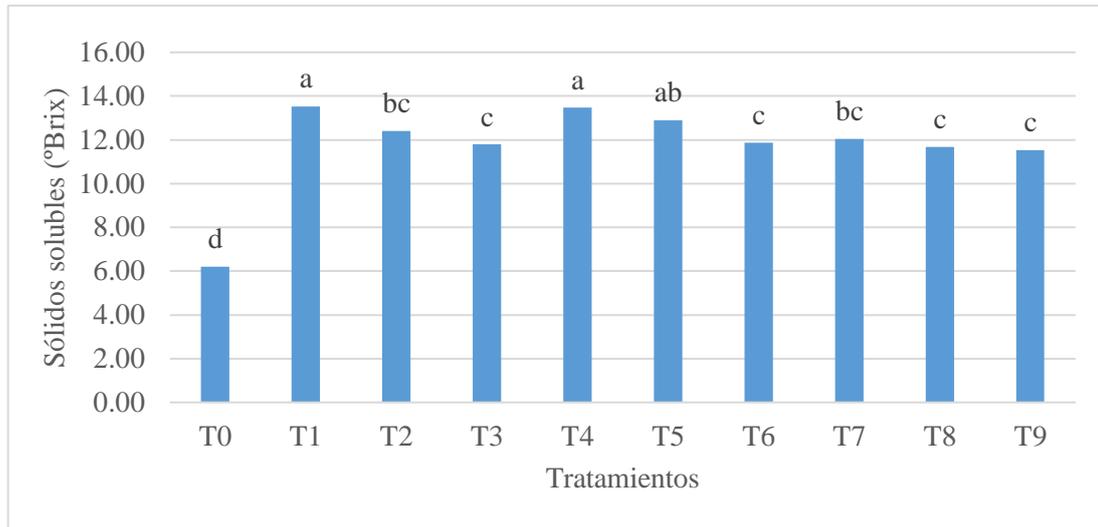


Figura 10. Resultados de °Brix de las diferentes bebidas a base de SD, JM y HC.

Tabla 20.

Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) de los sólidos solubles de las bebidas.

Tratamientos	°Brix	Nivel de Significancia	
T1	13.533± 0.47	a	
T4	13.467± 0.25	a	
T5	12.900± 0.36	a	b
T2	12.400± 0.46	b	c
T7	12.033± 0.21	b	c
T6	11.867± 0.06	c	
T3	11.800± 0.10	c	
T8	11.667± 0.35	c	
T9	11.533± 0.45	c	
T0	6.200± 0.36	d	

En la evaluación de sólidos solubles de las diferentes bebidas presentaron valores entre 6.20 – 13.53 °Brix (Figura 10). En la Tabla 20, se observa que estadísticamente, el tratamiento T1 (73% SD, 20% JM, 0.5% HC, 6.5% Azúcar) y T4 (68% SD, 25% JM, 0.5% HC, 6.5% Azúcar) tuvieron mayores valores de sólidos con 13.53 y 13.47°Brix respectivamente, lo cual es razonable porque se agregó la mayor cantidad de azúcar blanca (6.5%) y mayor SD, similares a la bebida T5 (68% SD, 25% JM, 1.0% HC, 6.0%



Azúcar) que presentó 12.90°Brix. Consecuente de las bebidas T2 (73% SD, 20% JM, 1.0% HC, 6.0% Azúcar) y T7 (63% SD, 30% JM, 0.5% HC, 6.5% Azúcar) presentaron valores de 12.40 y 12.03°Brix respectivamente y entre sí, no presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$). En caso de las bebidas T6 (68% SD, 25% JM, 1.5% HC, 5.5% Azúcar), T3 (73% SD, 20% JM, 1.5% HC, 5.5% Azúcar), T8 (63% SD, 30% JM, 1.0% HC, 6.0% Azúcar) y T9 (63% SD, 30% JM, 1.5% HC, 5.5% Azúcar) presentaron menores valores de sólidos solubles entre 11.87, 11.80, 11.67 y 11.53°Brix respectivamente, lo cual fue razonable porque se agregó menores cantidades de azúcar blanca y la adición de SD fue menor en algunos, además no mostraron diferencias significativas entre tratamientos. Pero, si se observaron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) con la muestra control de una bebida tipo néctar (T0). Como se observó, principalmente la concentración del lactosuero, azúcar, jugo de maracuyá influyeron directamente en los sólidos solubles y la harina de chía influyó en mínimas condiciones (Chóez & Morales, 2007).

Contrastando con otras investigaciones de Cañizares et al., (2009), la similitud de los resultados que reportó osciló entre 10.88 – 12.98 °Brix en bebidas de jugo de naranja con suero de leche, similares a los tratamientos T5, T2, T7, T6, T3, T8, T9 del presente estudio. A su vez Mogollon et al., (2015), reportó valores entre 11.5 – 15.3 °Brix para bebidas a base de lactosuero con pulpa de maracuyá, en su elaboración utilizó la maracuyá y azúcar blanca al igual que en el presente estudio todos los tratamientos presentaron valores similares. Mientras tanto, Hassanzadeh et al., (2022), mostró valores de sólidos solubles entre 13.6 – 14.5°Brix en bebidas funcionales a base de jugo de pera y melón enriquecido con polvo de germen de trigo y algas de espirulina, donde mostraron que la adición de trigo en polvo y espirulina presentaron efectos sobre los sólidos solubles. En otro estudio, realizado por Díaz et al., (2018), la similitud de los valores que reportó en los sólidos solubles fue de 11°Brix en bebidas de lactosuero con sabor a maracuyá,

mientras tanto, los sólidos solubles en las bebidas de lactosuero enriquecido con vitaminas oscilo entre 4.0 – 5.0 °Brix, los cuales fueron muy bajos a las bebidas del presente estudio, el cual posiblemente se debió a mayores concentraciones de agua y edulcorantes (Chóez & Morales, 2007). Respecto al estudio realizado por Flores, (2019), en una bebida funcional a base de piña y maracuyá con el 30% de extracto de moringa y 0.5 - 1.0% de chía presentaron valores de 12°Brix. A su vez, Muñoz & Segundo, (2019), señaló el valor de 13.5°Brix en néctares de maracuyá con mucilago de linaza (adicionado con 0.05, 0.10, 0.15%). Mientras Huevo, (2008), reporto entre 13.46 – 13.48 °Brix para bebidas de maracuyá con chía (0.5, 1.0 y 1.5%) resultados cercanos al presente estudio y entre si no se observaron diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$).

Considerando que el sólido soluble del SD es 6.17°Brix (Arica et al., 2019), el jugo de maracuyá diluido (JMD) es cercano a 3.08 °Brix y jugo de maracuyá sin diluir (JMSD) es 12.96 (Torres et al., 2021), la HC de 0.23°Brix y azúcar de 6.5 – 5.5°Brix, en base a lo mencionado se puede explicar porque los sólidos solubles disminuyeron en las bebidas nutritivas, a medida que disminuyó la concentración de azúcar y adición de SD.

4.3.1.3. Acidez titulable

Los valores de la acidez de los diferentes tratamientos de las bebidas a base de SD con la inclusión de JM y HC estadísticamente presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la tabla ANOVA que se muestra en el Anexo C, a un nivel de 95.0% de confianza, por lo que se realizó la comparación múltiple de Tukey, con el fin de comprobar cuáles medias son significativamente diferentes entre tratamientos y la muestra control (Figura 11). Además, se observó que el factor SD y JM afectaron en la variación de la acidez ($p \leq 0.05$).

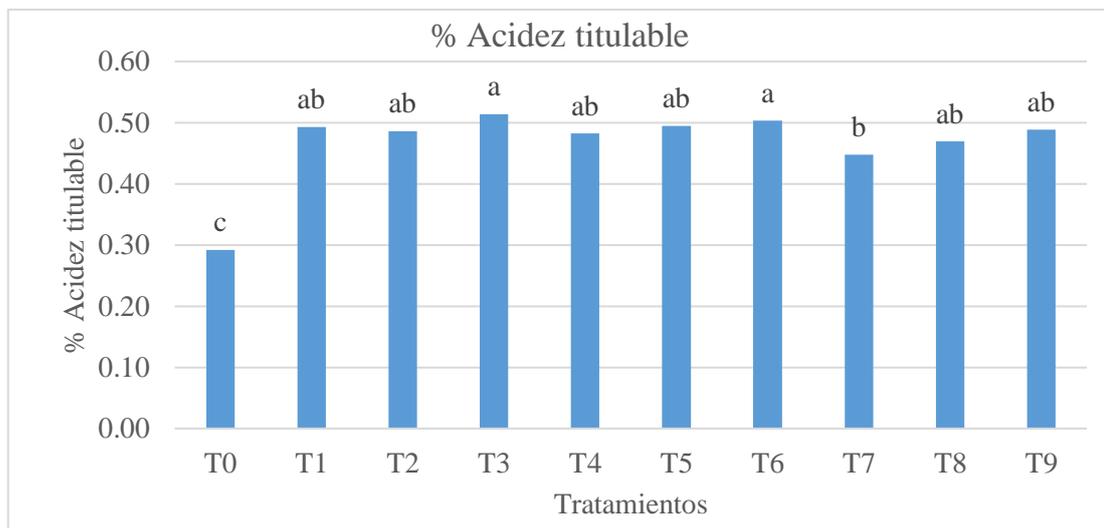


Figura 11. Resultados de acidez (%) de las bebidas a base de SD con la inclusión de JM y HC.

Tabla 21.

Prueba comparativa ($p \leq 0.05$) del % acidez de las bebidas.

Tratamientos	% Acidez	Nivel de Significancia
T3	0.514± 0.013	a
T6	0.503± 0.009	a
T5	0.495± 0.016	a b
T1	0.493± 0.028	a b
T9	0.489± 0.019	a b
T2	0.486± 0.028	a b
T4	0.482± 0.016	a b
T8	0.469± 0.009	a b
T7	0.448± 0.011	b
T0	0.292± 0.019	c

En la evaluación de la acidez de los diferentes tratamientos de las bebidas presentaron valores entre 0.45 – 0.51%, la diferencia fue significativo ($p \leq 0.05$) con el T0, ya que presento una acidez baja de 0.29% expresado en ácido cítrico (Figura 11). Así mismo, en la Tabla 21, se observa que estadísticamente, el tratamiento T3 y T6 presento mayor acidez de 0.50 y 0.51% respectivamente y no presentaron diferencias significativas



($p \leq 0.05$) con las bebidas T5, T1, T9, T2, T4 y T8, donde tuvieron la acidez media entre 0.47 – 0.49% siendo un grupo homogéneo. Mientras, la bebida T7 presento una acidez baja de 0.45%, el cual mostro diferencias significativas ($p \leq 0.05$) con el T0 y demás tratamientos mencionados.

Comparando con los resultados de Chóez & Morales, (2007), experimentaron a la bebida de lactosuero enriquecido con vitaminas, donde reportaron la acidez entre 0.39 – 0.41%. Cañizares et al., (2009), presentaron valores de acidez entre 0.51 – 0.61% en bebidas de jugo de naranja con suero de leche, cercanos a los tratamientos T3, T6 del presente estudio. A su vez, Flores, (2019), obtuvo valores en la acidez entre 0.662 - 0.762% en las bebidas funcionales a base de piña y maracuyá con extracto de moringa y chía, en base a esto, se señalaron que la mayor adición de la chía presentaron la tendencia de la disminución de la acidez titulable. Igualmente López, (2015), mostro valores de la acidez titulable de 0.54 - 0.56% expresado en ácido cítrico en bebidas funcionales a base de extracto de maracuyá con moringa, denotando un comportamiento cercano a los resultados de esta investigación, principalmente en los tratamiento T3, T6. Muñoz & Segundo, (2019), señalo valores de acidez titulable entre 0.31 – 0.33% en néctares de maracuyá con mucilago de linaza, los cuales estuvieron por debajo de lo reportado en el presente estudio.

4.3.2. Composición nutricional proximal de los tratamientos óptimos

Los resultados nutricionales proximal de los tratamientos más representativos en la humedad, proteína, grasa y ceniza se presentan en la Tabla 22, Anexo D y E.

Tabla 22.*Análisis nutricional proximal de las bebidas nutritivas óptimas*

PROPIEDADES NUTRICIONALES PROXIMAL				
Tratamientos	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza
T1	85.43 ^b ±0.05	4.40 ^{ab} ±0.77	0.10 ^b ±0.02	3.58 ^a ±0.21
T4	85.54 ^b ±0.03	5.67 ^a ±0.33	0.11 ^b ±0.01	3.42 ^a ±0.03
T8	86.17 ^a ±0.05	4.10 ^b ±0.59	0.17 ^a ±0.02	3.61 ^a ±0.23

4.3.2.1. Humedad

Los valores de humedad de las bebidas T1, T4 y T8 a base de SD con la inclusión de JM y HC estadísticamente son diferentes ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la tabla ANVA que se muestra en el Anexo E con un nivel de confianza (95.0%), por lo que se llevó a realizar las comparaciones múltiples de Tukey.

En la evaluación de la humedad de las bebidas más representativas presentaron diferencias significativas (Tabla 22), teniendo la bebida T8 (63%SD, 30%JM y 1.0%HC) con mayor humedad de 86.17% debido a la concentración del JM que fue diluido en agua de 1:2, luego de la bebida T4 (68%SD, 25%JM y 0.5%HC) con un valor de 85.54%, seguido de la bebida T1 (73%SD, 20%JM, 0.5%HC) con 85.43 %.

Comparando con los resultados de Incahuanaco, (2013), reporto que la bebida con 30% lactosuero, 50% agua y 20% zumo de naranja fue la más aceptada en la evaluación sensorial, la cual presento la humedad de 86.75%, muy cercano a los resultados de las bebidas de la presente investigación. Por otro lado, Cabrera, (2019), reporto valores entre 87.72 – 88.11% de humedad en bebidas a base de suero dulce con dos ecotipos de tarwi. En el estudio de Paricanaza, (2022), de la misma forma determino resultados similares a sus bebidas de sucedáneo de leche de tarwi 50% con sucedáneo de quinua sin germinar y



germinado 50% con 86.22 a 86.01%, mientras en la bebida con 25% sucedáneo de leche de tarwi y 75% sucedáneo de quinua germinada reporto el valor de 85.39%. Mientras la humedad de una bebida nutricional de chía (1.2 – 0.4%) y avena (1.6 – 0.8%) adicionada pulpa de guayaba y maracuyá oscilo entre 88.85 – 93.48% (Monar, 2019) y según Sánchez, (2020), reporto resultados de humedad 87.23% en bebidas energéticas a partir de pulpa de pitajhaya y chirimoya. Otro estudio de Pilaquina, (2012), reportaron valores de humedad entre 83.9 – 85.1 en bebidas a base de suero dulce con fruta de maracuyá, los cuales fueron bastante cercanos a los resultados de las bebidas del presente estudio.

4.3.2.2. Proteína

Los valores de proteína de los tres tratamientos optimas (T1, T4 y T8) a base de SD con la inclusión de JM y HC estadísticamente son diferentes ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la tabla ANVA que se muestra en el Anexo E, al identificar las diferencias con un nivel de confianza (95.0%), se llevó a realizar las comparaciones múltiples de Tukey para determinar cuáles medias son significativamente diferentes en los tratamientos.

En la Tabla 22, se observa la evaluación de las proteínas de las bebidas representativas que presentaron diferencias estadísticas, donde la bebida T4 (68%SD, 25%JM y 0.5%HC) y T1 (73%SD, 20%JM, 0.5%HC) tuvieron valores de proteína entre 5.67 y 4.40 % respectivamente y la diferencia estadística fue mínima entre ambos tratamientos. En cuanto a la bebida T8 (63%SD, 30%JM y 1.0%HC) presento un valor de proteína de 4.10% el cual presento diferencia con las demás bebidas. Los resultados muestran que la mayor concentración de HC no eleva el contenido de proteína debido al tratamiento y procesos que fueron sometidos las bebidas, ya que fue posible que se desnaturalizaron las proteínas provenientes de la HC y SD por lo que son termosensibles a tratamientos mayores de 70 - 75°C (Jelieie et al., 2008). En el SD la proteína que



habitualmente llega a precipitarse es la Lactoglobulina a 72°C por 15 – 20 segundos, la cual es la principal que genera reacciones alérgicas a los seres humanos, por ello es recomendable que sea sometido a pasteurización de 72°C por 15 – 30 segundos (Chóez & Morales, 2007) o 65°C por 30 minutos (Díaz et al., 2018).

De forma similar Jiménez et al., (2018), reportaron valores de proteína de 5.1% en bebidas de mango a base de suero de leche. Con respecto Rodríguez et al., (2020), determinaron la proteína en bebidas a base de suero lácteo con pulpa de copoazú obteniendo el rango de 1.69 – 1.63%, cuyos valores fueron menores a las bebidas del presente estudio, debido a la concentración de SD y presencia de la HC. Mientras al revisar los valores nutricionales de las bebidas comerciales de maracuyá que se encuentran en venta en los supermercados presentan el contenido de proteína 0%. Al comparar con las bebidas en la presente investigación, se observó que posee un contenido de proteína entre 4.10 – 5.67%, mostrando la gran diferencia nutricional que actualmente es muy importante y necesario para los consumidores. Según Monar, (2019), evaluó a una bebida nutricional de chí y avena con pulpa de guayaba, donde la proteína con menor valor fue 0.16% (0.4% chí y 0.8% avena) y la bebida con mayor cantidad de proteína fue 0.48% (1.2% chí, 1.6% avena y 9% guayaba). Estos resultados fueron menores con respecto al presente estudio, debido a la influencia de la concentración de harina de chí (HC), ya que el contenido nutritivo de la HC más alta es la proteína de 31.95% (Coorey et al., 2014 & Hsieh et al., 2022).

4.3.2.3. Grasa

Los resultados de grasa de las tres bebidas óptimas (T1, T4 y T8) a base de SD con la inclusión de JM y HC estadísticamente son diferentes ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la tabla ANVA que se muestra en el Anexo E, al identificar las diferencias con un nivel de



confianza (95.0%), se realizó las comparaciones múltiples de Tukey para determinar cuáles medias son significativamente diferentes en los tratamientos más representativos.

En la evaluación de la grasa de las bebidas presentaron diferencias estadísticas (Tabla 22), donde la bebida T1 (73%SD, 20%JM, 0.5%HC) y T4 (68%SD, 25%JM y 0.5%HC) tuvieron valores de grasa entre 0.10 – 0.11% respectivamente, que presento diferencia con la bebida T8 (63%SD, 30%JM y 1.0%HC) con el resultado mayor de la grasa de 0.17%. Esto nos da a entender que el aporte de grasa insaturada es proveniente de la concentración de HC que influyen en la formulación de grasa total de la bebida.

En comparación a una bebida comercial y otros estudios, por Incahuanaco, (2013), reportaron el valor de grasa 0.0% en bebidas de lactosuero con zumo de naranja y estevia. Mientras Pilaquinga, (2012), obtuvieron valores de grasa en bebidas a base de suero dulce entre 0.07 – 0.09 con pulpa de naranjilla, de 0.05 – 0.08 % con pulpa de piña y 0.05 – 0.07 con pulpa de maracuyá. En el estudio de Cabrera, (2019), determino valores de grasa entre 0.20 - 0.30% en bebidas elaboradas a partir de lactosuero dulce y dos ecotipos de Tarwi. Según Valencia, (2009), obtuvo valores de 0.44 – 0.71% en bebidas nutraceúticos a base de suero de leche con gel *Opuntia subulata*, y según Sánchez, (2020), reporto resultados de grasa 0.41% en bebidas energéticas a partir de pulpa de pitajhaya y chirimoya. Otro estudio realizado por Paricanaza, (2022), determino el valor de grasa 0.48g/100ml en una bebida con 25% sucedáneo de leche de tarwi y 75% sucedáneo de leche de quinua germinada. Estos resultados fueron mayores con respecto al presente estudio, debido a que el contenido nutritivo de grasa de la HC disminuye considerablemente de 33.65 % hacia 8.75% (Coorey et al., 2014 & Hsieh et al., 2022). Además, el contenido de grasa del SD disminuye al haber sometido a proceso de descremado, lo cual es satisfactorio para obtener una bebida homogénea.



4.3.2.4. Ceniza

Los resultados de ceniza de las tres bebidas representativas (T1, T4 y T8) a base de SD con la inclusión de JM y HC estadísticamente los valores numéricos son diferentes ($p \leq 0.05$) de acuerdo a la tabla ANVA que se muestra en el Anexo E, al identificar las diferencias con un nivel de confianza (95.0%), se llevó a realizar las comparaciones de Tukey para identificar cuáles medias son diferentes entre los tratamientos analizados. Dentro de ello se observó que el contenido de ceniza de las bebidas no presentó diferencias estadísticas entre las medias a un nivel del 95.0% de confianza, donde el contenido de ceniza del T1, T4 y T8 fueron 3.58, 3.42 y 3.61%, por lo tanto, solo se identificó un solo grupo homogénea en la aplicación de la prueba de Tukey.

Comparando con el estudio de Cabrera, (2019), reporto valor de ceniza entre 0.47 – 0.49% en bebidas elaboradas a partir de SD y dos ecotipos de tarwi. Mientras Incahuanaco, (2013), reporto el valor de 0.72% en la bebida de lactosuero con zumo de naranja y estevia. Otro estudio de Pilaquina, (2012), reporto valor de ceniza 0.41 – 0.43% en bebidas de pulpa de (naranjilla, piña y maracuyá) a base de suero dulce.

Estos resultados fueron menores con respecto al presente estudio, debido a la influencia de la concentración de HC, ya que el contenido nutritivo de macro y micro nutrientes es 13 - 354 veces de calcio, 2 - 12 veces más fosforo y 1.6 - 9 veces más potasio en base a 100 gr de otros granos conocidos, en cuanto al hierro posee 6 veces más hierro que las espinacas, 1.8 veces más que las lentejas y 2.4 veces más que el hígado (Bushway et al., 1981; Beltrán & Romero, 2003). A través, de esto se observa claramente la gran diferencia de la composición nutricional proximal de las bebidas nutritivas evaluadas frente a las bebidas comerciales.

4.4. TERCER OBJETIVO: EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA BEBIDA NUTRICIONAL A BASE DE LACTOSUERO CON LA INCLUSIÓN DE JUGO DE MARACUYÁ Y HARINA DE CHÍA

Para la evaluación sensorial en los atributos de sabor, olor y apariencia general fueron analizados mediante una escala hedónica de 1 a 7 puntos (1: Muy desagradable; 7: Muy agradable), donde la puntuación del 1 al 3 significan "región de rechazo", mientras que de 5 a 7 significa "región de aceptación" y 4 significa "región de indiferencia" (Ni agradable, ni desagradable) (Flores, 2019) con un panel de 35 panelistas no entrenados y de acuerdo al formato mostrado en el Anexo F.

En el Anexo G, se presentan los resultados de la evaluación sensorial de los diferentes tratamientos representativos de las bebidas a base de SD con la inclusión de JM y HC, donde fueron evaluados estadísticamente por el Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) y para las comparaciones múltiples entre tratamientos se aplicó la prueba de Tukey con el nivel de confianza de 95.0% y diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

En la Tabla 23 se observa la variación de los resultados promedios de las características sensoriales de las bebidas nutritivas más representativas.

Tabla 23.

Resultados de la evaluación sensorial de las bebidas nutritivas óptimas

EVALUACIÓN SENSORIAL			
Tratamientos	SABOR	OLOR	APARIENCIA GENERAL
T1	4.97 ^b ±1.25	4.89 ^b ±1.16	5.37 ^b ±1.09
T4	5.69 ^a ±0.96	5.51 ^a ±0.95	6.06 ^a ±0.54
T8	4.71 ^b ±1.20	5.31 ^{ab} ±0.99	5.26 ^b ±1.07

Fuente: Elaboración propia.



4.4.1. Evaluación sensorial del sabor

En la Tabla 23 se muestra resultados promedios en cuanto al análisis sensorial del atributo SABOR de las tres bebidas y las diferencias significativas comparadas con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) con nivel de confianza 95.0% se muestra en el Anexo G.

En la evaluación sensorial del SABOR de las tres bebidas presentaron diferencias significativas entre ellos, donde la bebida T4 presento mayor puntuación de 5.69 equivalente a 6.0 lo que significa que los panelistas calificaron como “Agradable” (Figura 12), seguido de la bebida T1 y T8 con puntuaciones de 4.97 y 4.71 respectivamente equivalente a 5.0 lo que indica “un poco agradable”. Asimismo, según la Figura 12 de los 35 panelistas evaluadores en el atributo SABOR, la mayor parte de un promedio de 21 panelistas les “Agrado” la bebida T4, seguido del T1 y T8. Mientras 4 panelistas calificaron “Muy agradable” a la bebida T4, además se observó que ningún panelista califico como “Muy desagradable” lo que significa que no les desagrado las bebidas analizadas en el atributo sabor, pero si les fueron agradable y muy agradable. Se debe tener en cuenta que el sabor de las bebidas esta vigorosamente influenciado por la acidez y astringencia natural al JM, donde recomendaron que las bebidas deben mejorar su calidad sensorial para lograr un mejor impacto en los consumidores, en ello sugirieron utilizar mayor concentración de la pulpa de fruta, o simplemente usar edulcorantes y saborizantes natural a la fruta.

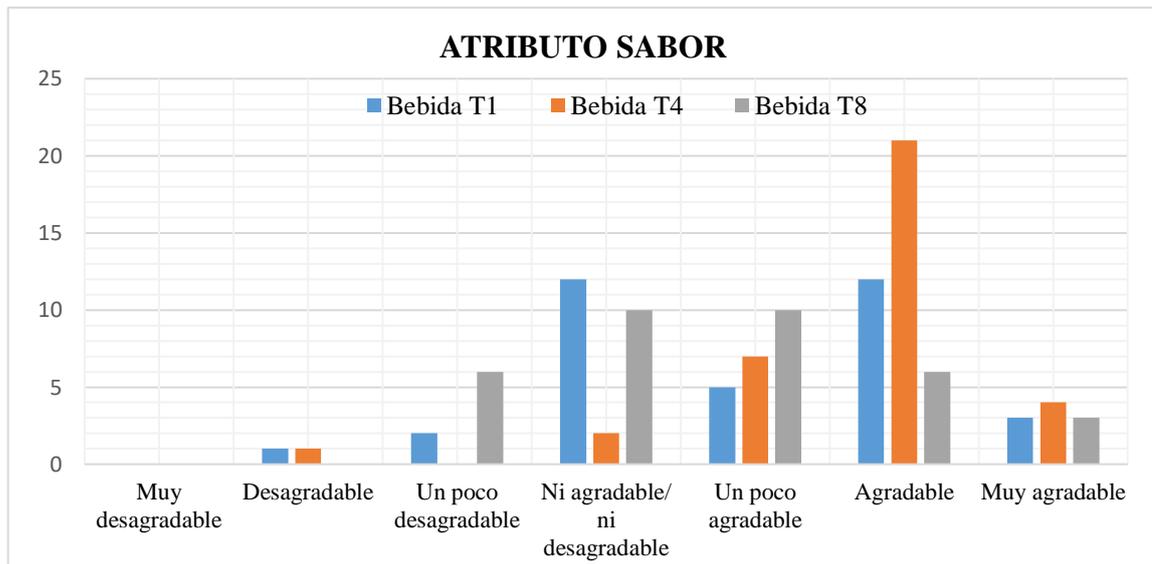


Figura 12. Resultados del análisis sensorial del atributo SABOR de las bebidas nutritivas T1, T4 y T8.

4.4.2. Evaluación sensorial del olor

Los valores promedios mostrados en la Tabla 23 en cuanto al análisis sensorial del atributo OLOR de las bebidas evaluadas y diferencias significativas comparadas con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$) con un nivel de confianza de 95.0% se muestra en el Anexo G.

En la evaluación sensorial del OLOR de las diferentes bebidas presentaron diferencias significativas entre ellos, donde la bebida T4 presento mayor puntuación de 5.51 redondeado a 6.0 lo que significa que mayor parte de los panelistas calificaron como “Agradable” (Figura 13), seguido del T1 y T8 con puntuaciones de 5.31 y 4.89 respectivamente equivalente a 5.0 lo que indica “un poco agradable”. Asimismo, según la Figura 13 de los 35 panelistas evaluadores en el atributo OLOR, la mayor parte del promedio de 20 panelistas les “Agrado” la bebida T4, seguido de la bebida T1 y T8. Mientras 4 panelistas calificaron “Muy agradable” a la bebida T8 y 3 panelistas les agrado en OLOR a la bebida T4 y 2 panelistas a la bebida T1, además se observó que a ningún panelista no les desagrado mucho, no le desagrado ni un poco las bebidas analizadas en el atributo olor, pero si les fueron agradable.

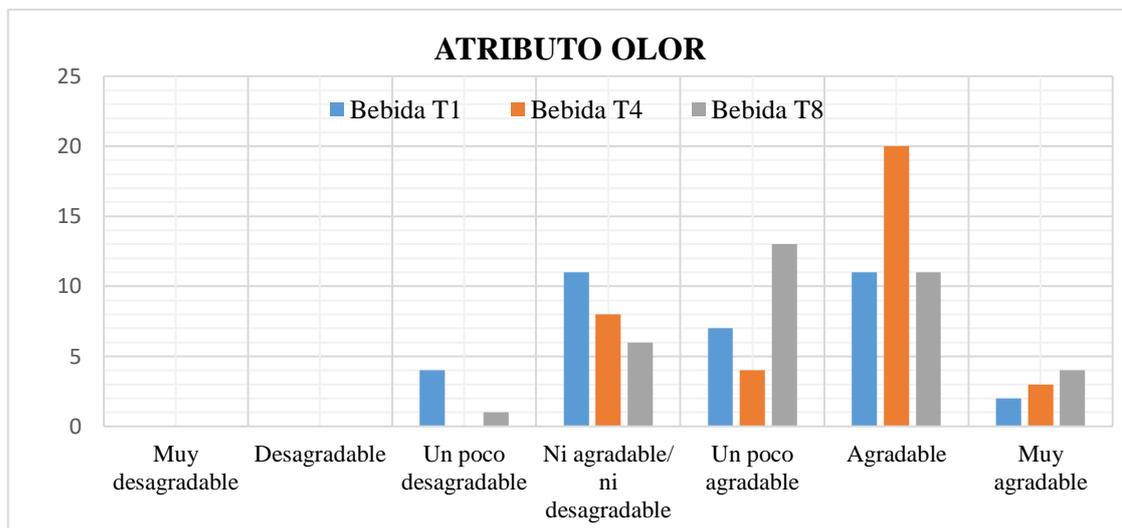


Figura 13. Resultados del análisis sensorial del atributo OLOR de las bebidas nutritivas T1, T4 y T8.

4.4.3. Evaluación sensorial de la apariencia general

Los valores promedios en cuanto al análisis sensorial del atributo APARIENCIA GENERAL de las bebidas evaluadas y las diferencias significativas comparadas con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) con un nivel de confianza del 95.0% se observan en la Tabla 23 y Anexo G.

En la evaluación sensorial de la APARIENCIA GENERAL de las diferentes bebidas presentaron diferencias significativas entre ellos, donde la bebida T4 presento mayor puntuación de 6.06 lo que significa que mayor parte de los panelistas calificaron como “Agradable” (Figura 14), que marco la diferencia con las bebidas T1 y T8 con puntuaciones de 5.37 y 5.26 equivalente a 5.0 lo que indica “un poco agradable”. Asimismo, según la Figura 14 de los 35 panelistas evaluadores en el atributo APARIENCIA GENERAL, la mayor parte de un promedio de 25 panelistas les “Agrado” la bebida T4, seguido del T1 y T8. Mientras 6 panelistas calificaron “Muy agradable” a la bebida T4 y 5 panelistas les agrado mucho en APARIENCIA GENERAL al T1 y 4 panelistas al T8, además se observó que a ningún panelista no les desagrado mucho, no

le desagrado ni un poco las tres bebidas analizadas en el atributo de la apariencia general, pero si les fueron agradable y muy agradable.

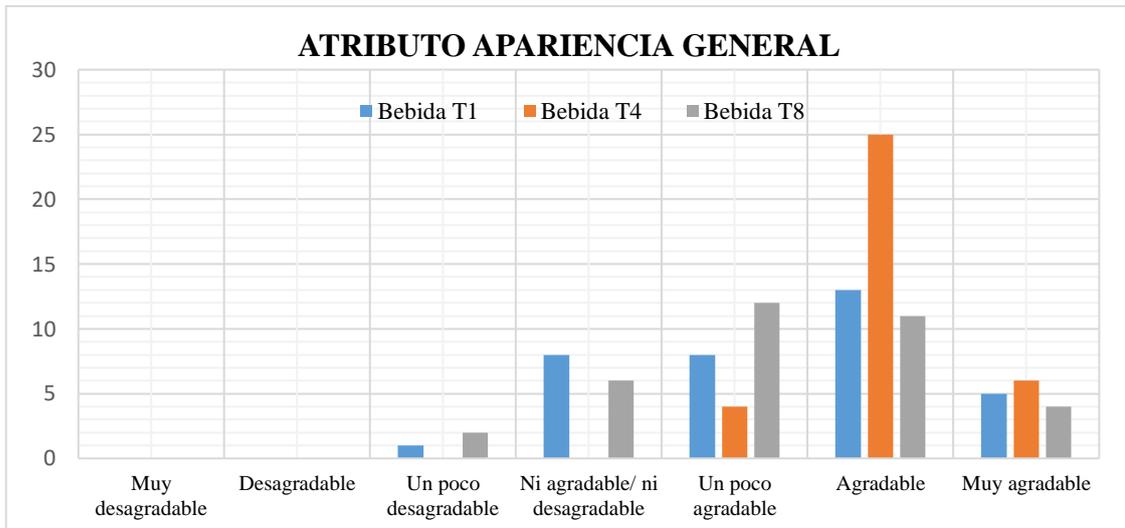


Figura 14. Resultados del análisis sensorial del atributo APARIENCIA GENERAL de las bebidas nutritivas T1, T4 y T8.

En tal sentido, se determinó que la bebida T4 (68% SD, 25% JM, 0.5% HC y 6.5% Azúcar) presentó mayor aceptación en los atributos de sabor, olor y apariencia general, generando sensaciones agradables hacia los consumidores. Comparando con el estudio de Vivas et al., (2017), de la misma forma evaluaron en la escala de 7 puntos similar al presente estudio, donde determinaron que la bebida con mayor aceptación fue la formulación con 60% suero dulce y 10% de pulpa de curuba. En otro estudio realizado por Pilaquina, (2012), evaluaron a diferentes bebidas a base de lactosuero dulce con diferentes concentraciones de frutas, donde determinaron que la bebida con 15% de pulpa de frutas a sabor de naranjilla y maracuyá y 60% suero fue más aceptada por los catadores, mientras las bebidas con 20% de pulpa de piña y 60% suero también fue más aprobada. Mientras Rodríguez et al., (2020), realizó la evaluación sensorial a un grupo de 30 panelistas no entrenados en la escala hedónica de 5 puntos, donde obtuvo que la formulación con mayor aceptación en sabor, olor, color y textura fue la bebida con 70% lactosuero y 30% fruta copoazú.



V. CONCLUSIONES

- El módulo de almacenamiento (G') de los tratamientos T5 (0.2494 Pa), T6 (0.2418 Pa) y T1 (0.0893 Pa) exhibieron valores superiores, mientras el módulo de pérdida (G'') de los tratamientos T6 (0.1830 Pa), T5 (0.1760 Pa), T4 (0.0745 Pa), T1 (0.0737 Pa), T0 (0.0722 Pa) y T8 (0.0710 Pa) resultaron valores óptimos, además según lo mencionado, las materias en diferentes concentraciones SD (63, 68, 73%), JM (20, 25 y 30%) y HC (0.5, 1.0 y 1.5%), permitieron obtener una bebida nutritiva con propiedades reológicas similares a una bebida comercial tipo néctar, presentando que todos los tratamientos formulados presentaron un comportamiento viscoelástico, siendo G' mayor que G'' , mostrando características típicas en bebidas concentrados con solidos suspendidos; mientras en cuanto a la viscosidad de los tratamientos aumento cuando mayor es la concentración de HC, obteniendo valores entre 0.0558 - 0.1483 Pa.s, con características a un fluido No Newtoniano de naturaleza Pseudoplastica ($n < 1$).
- Las propiedades fisicoquímicas respecto al pH de los tratamientos T2 y T3 exhibieron valores superiores, similar al T5, T6, T1, T8, T4, T9 y a una bebida tipo néctar (T0); en cuanto a los °Brix y acidez de los tratamientos, presentaron valores superiores similares a lo establecido en la NTP de bebidas y néctares. Asimismo, la incorporación de las materias primas de SD, JM y HC, permitieron obtener una bebida nutritiva funcional con hasta 85.71% de humedad, 4.72% proteína, 0.13% grasa y 3.54% de ceniza, por lo que podría ser un sector de mucha importancia en la industria alimentaria de bebidas, por la demanda de productos saludables.
- La evaluación sensorial de la bebida formulada con 68% suero dulce, 25% jugo de maracuyá y 0.5% harina de chíá fue calificada con mayor aceptabilidad por los



panelistas universitarios evaluadores respecto a las características organolépticas de sabor, olor y apariencia general.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar más estudios de investigación acerca del aprovechamiento del lactosuero de quesería para prevenir la contaminación ambiental y ecológica en nuestra región Puno, ya que las empresas, cooperativas de la industria quesera en la región no le dan el beneficio en darle el valor agregado.
- Se pide evaluar la característica de sedimentación y el tiempo de estabilidad en bebidas elaboradas nutritivas con la inclusión de harina de chía u otros granos.
- Se recomienda aplicar las pruebas aceleradas en refrigeración y medio ambiente sobre estudios de vida útil respecto a las bebidas elaboradas en el presente estudio.
- Diseñar una unidad de pasteurización (HRST) para el tratamiento del suero dulce y bebidas formuladas al presente estudio, para su conservación de nutrientes y eliminación de posibles microorganismos patógenos.



VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, J., Shivhare, U. S., & Raghavan, G. S. V. (2000). Rheological characteristics and kinetics of colour degradation of green chilli puree. *Journal of Food Engineering*, 44, 239–244.
- Aiste, K., Algirdas, L., Dalia, S., Gintarė, Z., & Jurate, S. (2015). *Evaluation of the physicochemical parameters of functional whey beverages*. 53(1), 110–115.
- Ali, M. N., Yeap, S. K., Ho, W. Y., Beh, B. K., Tan, S. W., & Tan, S. G. (2012). The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 9. <https://doi.org/10.1155/2012/171956>
- Alvarado, G. J. (2015). *Desarrollo de una bebida de naranja (Citrus sinensis) con apio (Apium graveolens) y chía (Salvia hispánica)*.
- Álvarez, C. L. M., Valdivia, L. M. D. L. A., Aburto, J. M. D. L., & Tecante, A. (2008). Chemical characterization of the lipid fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). *International Journal of Food Properties*, 11(3), 687–697. <https://doi.org/10.1080/10942910701622656>
- Araujo, G. A. V., Monsalve, C. L. M., & Quintero, T. A. L. (2013). Utilization of whey as a source of nutritional energy to minimize the problem of environmental pollution. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 4(2), 55–65.
- Arica, R., Juarez, C., & Siancas, V. (2019). *Formulación de una bebida a base de Lactosuero y pulpa de Maracuya (Passiflora eduli) Enriquecida con Harina de Quinoa (Chenopodium quinoa)*.
- Artica, M. L. (2014). Métodos para el análisis fisicoquímico de la leche y derivados lácteos. In *Electrophoresis*. <https://doi.org/10.1002/elps.1150121103>
- Augusto, P., Cristianini, M., & Ibarz, A. (2012). Effect of temperature on dynamic and steady-state shear rheological properties of siriguela (*Spondias purpurea* L.) pulp. *Journal of Food Engineering*, 108(2), 283–289. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.08.015>
- Augusto, P., Ibarz, A., & Cristianini, M. (2012). Effect of high pressure homogenization (HPH) on the rheological properties of tomato juice: Time-dependent and steady-state shear. *Journal of Food Engineering*, 111(4), 570–579. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.03.015>
- Avignon, A., Hokayem, M., Bisbal, C., & Lambert, K. (2012). Dietary antioxidants: Do they have



- a role to play in the ongoing fight against abnormal glucose metabolism? *Nutrition*, 28(7–8), 715–721. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2012.01.001>
- Ayerza, & Coates, W. (2005). Ground chia seed and chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat. *Nutrition Research*, 25(11), 995–1003. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2005.09.013>
- Ayerza, & Coates, W. (2009). Influence of environment on growing period and yield, protein, oil and -linolenic content of three chia (*Salvia hispanica* L.) selections. *Industrial Crops and Products*, 30, 321–332. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.03.009>
- Babajide, J. M., Olaluwoye, A. ., Taofik, S. T. A., & Adebisi, M. A. (2013). Physicochemical Properties and Phytochemical Components of Spiced Cucumber-Pineapple Fruit Drink. *Nigerian Food Journal*, 31(1), 40–52. [https://doi.org/10.1016/S0189-7241\(15\)30055-2](https://doi.org/10.1016/S0189-7241(15)30055-2)
- Baccouche, A., Ennouri, M., Felfoul, I., & Attia, H. (2013). A physical stability study of whey-based prickly pear beverages. *Food Hydrocolloids*, 33(2), 234–244. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.03.007>
- Barbosa, C., Ibarz, A., & Peleg, M. (1993). *Reología de alimentos fluidos. Revisión.*
- Beltrán, & Casilla, P. (2015). *Determinación de los parámetros reológicos y fisicoquímicos de un producto a base de lactosuero y pulpa de mango (Mangífera indica l) en función de la concentración de maltodextrina y la temperatura.*
- Beltrán, O. M. C., & Romero, M. R. (2003). Chía, alimento milenario. *Revista Industria Alimentaria*, 25(5), 20–29.
- Berger, D., Maurer, E., & Celli, B. (2018). Experimental Design; With Applications in Management, Engineering, and the Sciences. In *International Encyclopedia of Human Geography*. <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00431-4>
- Bourne, M. C. (2002). Food Texture & viscosity: Concept and Measurement. In *Food Science and Technology, International Series.*
- Burgos, R. S. N., & Rivera, S. M. C. (2018). Propiedades reológicas de pulpa de sanky (*Corryocactus brevistylus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). *Ingeniería de Alimentos*, 124.
- Bushway, A. A., Belyea, P. R., & Bushway, R. J. (1981). Chia Seed as a Source of Oil, Polysaccharide, and Protein. *Journal of Food Science*, 46(5), 1349–1350. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1981.tb04171.x>



- Cabrera, A. L. M. (2019). *Evaluación de estabilizantes en la elaboración de bebidas a partir de lactosuero dulce y dos ecotipos de Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)*.
- Callejas, J., Prieto, F., Reyes, V., Marmolejo, Y., & Méndez, M. (2012). Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo. *Acta Universitaria.*, 22(1), 11–18.
- Camelo, V. V. D. P., & López, G. F. M. (2021). *Desarrollo de una bebida funcional a base de arándanos (Vaccinium subg.oxycoccus) para deportistas post entrenamiento*. 12–34.
- Cañizares, C. A., Bonafine, O., Laverde, D., Rodríguez, R., & Méndez, N. R. J. (2009). Chemical and organoleptic characterization of nectars from papaya, mango, passion fruit and lime fruits. *Revista UDO Agrícola*, 9(1), 74–79.
- Capitani, Corzo, R. L. J., Chel, G. L. A., Betancur, A. D. A., Nolasco, S. M., & Tomás, M. C. (2015). Rheological properties of aqueous dispersions of chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage. *Journal of Food Engineering*, 149, 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.09.043>
- Capitani, M. I. (2013). *Caracterización y funcionalidad de subproductos de chía (salvia hispanica l.) aplicación en tecnología de alimentos*.
- Chacón, L., Chávez, A., Rentería, A., & Rodríguez, J. (2017). Probioticos: Relación con la Salud y Bioactividades. *Interciencia*, 42(11), 712–718. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33953499002>
- Chavan, R., Shraddha, R., Kumar, A., & Nalawade, T. (2016). Whey Based Beverage : Its Functionality , Formulations , Health Benefits and Applications. *Food Processing & Technology*, 1000495(October). <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000495>
- Chóez, A. J., & Morales, F. (2007). *Elaboración de una bebida hidratante a base de lactosuero y enriquecida con vitaminas*. 1(1).
- Coates, W., & Ayerza, R. (2019). Chia. Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs. *Plantas Medicinales, The University of Arizona Press, Tucson, USA*, 1–7.
- Codex-Alimentario. (1995). *Norma del codex para sueros en polvo codex stan 289. Leches y productos lácteos*.
- CODEX-STAN-247. (2005). Norma General Para Zumos, Jugos y Néctares de Frutas. *Codex Alimentarius*, 1–21.



- Collazos, C. (1993). *La Composición de los Alimentos de Mayor Consumo en el Perú*. 36–38.
- Coorey, R., Tjoe, A., & Jayasena, V. (2014). Gelling Properties of Chia Seed and Flour. *Journal of Food Science*, 79(5), 8. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12444>
- Dahdouh, L., Wisniewski, C., Kapitan, G. A., Servent, A., Dornier, M., & Delalonde, M. (2015). Identification of relevant physicochemical characteristics for predicting fruit juices filterability. *Separation and Purification Technology*, 141, 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2014.11.030>
- Dahdouh, L., Wisniewski, C., Ricci, J., Vachoud, L., Dornier, M., & Delalonde, M. (2016). Rheological study of orange juices for a better knowledge of their suspended solids interactions at low and high concentration. *Journal of Food Engineering*, 174, 15–20. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.11.008>
- Dak, M., Verma, R. C., & Jaaffrey, S. N. A. (2007). Effect of temperature and concentration on Rheological properties of “Kesar” mango juice. *Journal of Food Engineering*, 80(4), 1011–1015. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.08.011>
- Di-Sapio, O., Bueno, M., Busilacchi, H., & Severin, C. (2008). *Chía: Importante antioxidante vegetal*. 2–4.
- Díaz, Cabrera, B. A. F., Pérez, P. R., & Rodríguez, M. G. (2018). Formulation of a drink based on whey with passion fruit flavor (*Passiflora edulis Sims.*). *Revista Ciencia Norandina*, 1(2), 88–93. <https://doi.org/https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v1n2p88>
- Díaz, O. R. (2018). Reología aplicada a sistemas alimentarios. In *Grupo de capacitación e investigación pedagógica* (Grupo Comp).
- Din, Z., Alam, M., Ullah, H., Shi, D., Xu, B., & Li, H. (2021). Food Hydrocolloids for Health Nutritional , phytochemical and therapeutic potential of chia seed (*Salvia hispanica L.*). A mini-review. *Food Hydrocolloids for Health*, 1, 5. <https://doi.org/10.1016/j.fhfh.2021.100010>
- Duda, M. K., O’Shea, K. M., & Stanley, W. C. (2009). ω -3 polyunsaturated fatty acid supplementation for the treatment of heart failure: Mechanisms and clinical potential. *Cardiovascular Research*, 84(1), 33–41. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvp169>
- Escobar, H. F. (2008). Comportamiento reológico de algunos lípidos en estado de pureza técnica y de sus mezclas. *Facultad de Ciencias Experimentales Valdivia - Chile*, 1, 1–4.
- Espinosa, M. J. (2021). Evaluación sensorial de los alimentos. In *Manual de prácticas de*



Ingeniería de Alimentos. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2175hnh.7>

- Falguera, V., & Ibarz, A. (2010). A new model to describe flow behaviour of concentrated orange juice. *Food Biophysics*, 5(2), 114–119. <https://doi.org/10.1007/s11483-010-9151-6>
- FAO. (2011). *Leche y Productos Lácteos*. Roma: *Comisión del Codex Alimentarius*.
- Fellows, P. (2000). *Food Processing Technology* (Second edi).
- Flores, R. C. A. (2019). *Efecto de la concentración de extracto de hojas de Moringa (Moringa oleífera) y Chía (Salvia hispánica L.) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida funcional*.
- García. (2016a). *Control microbiológico y sensorial de los alimentos*. 1–20.
- García, T. M. A. (2002). Cultivo de Maracuyá Amarillo - CENTA. *Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal*.
- García, T. M. A. (2010). Guía técnica del cultivo de la maracuya. *CENTA-Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal*.
- García, T. M. A. (2016b). Guía técnica del cultivo del maracuyá amarillo. *Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal*.
- Gobbetti, M., Stepaniak, L., De Angelis, M., Corsetti, A., & Di Cagno, R. (2002). Latent bioactive peptides in milk proteins: Proteolytic activation and significance in dairy processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(3), 223–239. <https://doi.org/10.1080/10408690290825538>
- Gutiérrez, P., & De-La-Vera, S. (2012). *Análisis y Diseño de Experimentos*.
- Ha, E., & Zemel, M. B. (2003). Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: Mechanisms underlying health benefits for active people (Review). *Journal of Nutritional Biochemistry*, 14(5), 251–258. [https://doi.org/10.1016/S0955-2863\(03\)00030-5](https://doi.org/10.1016/S0955-2863(03)00030-5)
- Haminiuk, C. W. I., Sierakowski, M. R., Maciel, G. M., Bezerra Vidal, J. R. M., Branco, I. G., & Masson, M. L. (2006). Rheological properties of Butia pulp. *International Journal of Food Engineering*, 2(1). <https://doi.org/10.2202/1556-3758.1039>
- Hassanzadeh, H., Ghanbarzadeh, B., Galali, Y., & Bagheri, H. (2022). The physicochemical properties of the spirulina-wheat germ-enriched high-protein functional beverage based on pear-cantaloupe juice. *Food Science and Nutrition*, 10(11), 3651–3661.



<https://doi.org/10.1002/fsn3.2963>

- Heldman, D. R., & Lund, D. B. (2007). Handbook of Food Engineering,. In *Handbook of Food Engineering, Second Edition* (pp. 1–1025).
- Herrera, M., & Verdalet, G. (2005). *Suero de Queso ¿Producto Vital o Simple Desecho?* (p. 2).
- Hsieh, K. C., Lin, T. C., & Kuo, M. I. (2022). Effect of whole chia seed flour on gelling properties, microstructure and texture modification of tofu. *Food Science and Technology*, 154, 112676. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112676>
- Huang, M., Li, Y., & Sumner, E. (2011). *Handbook of Soil Sciences: Properties and Processes, Second Edition*.
- Huezo, M. A. N. (2008). *Evaluación física y sensorial de un prototipo de bebida de maracuyá con semillas de chía (Salvia hispanica L.) y análisis químico de la semilla de chía*. 1–39.
- Hulse. (1996). Flavor, spices and edible gums: opportunities for integrated agroforestry systems. *International Conference on Domestication and Commercialization of Nontimber Forest Products in Agroforestry Systems. FAO, Uganda*.
- Ibarz, A., & Barbosa, C. (2003). Unit Operations in Food Engineering. In *Technomic Publishing Company* (pp. 85–204, 670).
- Incahuanaco, C. Y. (2013). *Optimización de néctar de lactosuero enriquecido con zumo de naranja y controlado con radiación ultravioleta*.
- Inda, A. (2001). *Manejo y usos del lactosuero de quesería*. 35.
- Ixtaina, V. Y., Martínez, M. L., Spotorino, V., Mateo, C. M., Maestri, D. M., Diehl, B. W. K., Nolasco, S. M., & Tomás, M. C. (2011). Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extraction. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(2), 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.08.006>
- Jain, S., Gupta, R., & Jain, S. (2013). Development of Low Cost Nutritional Beverage from Whey. *IOSR Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology*, 5(1), 73–88. <https://doi.org/10.9790/2402-0517388>
- Jaramillo, G. J. (2013). *La chia (salvia hispanica L.) una fuente de nutrientes para el desarrollo de alimentos saludables*. Corporación Universitaria Lasallista.
- Jelen, P. (2009). Whey-based functional beverages. In *Functional and Speciality Beverage Technology*. Woodhead Publishing Limited.



<https://doi.org/10.1533/9781845695569.2.259>

- Jelieie, I., Božanic, R., & Tratnik, L. (2008). Whey-based beverages- a new generation of dairy products. *Mljekarstvo*, 58(3), 257–274.
- Jiménez, C., Pérez, B., Ozuna, L., & Abraham, J. (2018). Desarrollo y caracterización de una bebida de mango a base de suero de leche. *Investigacion y Desarrollo En Ciencia y Tecnologia de Alimentos*, 3, 472–476.
- Julio, C. I. C. (1986). *Extracción de Pectina a Partir de Desechos Industriales de Maracuya (Passiflora edulis var. Flavicarpa degener)*. UNAM, Lima- Perú.
- Kim, T. G. K., Merino, M. L., Hong, C. J., Quek, R., Jun, B. S. S., & Lentle, R. G. (2016). The physico-chemical properties of chia seed polysaccharide and its microgel dispersion rheology. *Carbohydrate Polymers*, 149, 297–307. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.04.126>
- Lagua, Y. I. H., Garzón, C. G. J., Domínguez, N. V., & Alta, T. A. (2020). *Elaboration of a nutritious drink based on pulp of opuntia ficus indica (nopal) enriched and flavored with juice of passiflora edulis, (maracuyá)*. 4, 6–17.
- Lee, J. H., O'Keefe, J. H., Lavie, C. J., & Harris, W. S. (2009). Omega-3 fatty acids: Cardiovascular benefits, sources and sustainability. *Nature Reviews Cardiology*, 6(12), 753–758. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2009.188>
- León, S. A. A. (2018). *Efecto de la proporción de mucilago en polvo de semillas de chíá (salvia hispanica l.) y membrillo (cydonia oblonga) en las características reológicas de un gel*.
- Linden, G., & Lorient, D. (1996). *Bioquímica Agroindustrial: revalorización alimentaria de la producción agrícola*.
- Liu, X., Chung, Y. K., Yang, S. T., & Yousef, A. E. (2005). Continuous nisin production in laboratory media and whey permeate by immo_bilized Lactococcus lactis. *Process Biochemistry*, 40(1), 13–24.
- Londoño, O. M. (2006). Aprovechamiento del suero ácido de queso doble crema para la elaboración de quesillo utilizando tres métodos de complementación de acidez con tres ácidos orgánicos. *Perspectivas En Nutrición Humana*, 16, 11–20.
- López, D. A. (2015). *Diseño y evaluación preliminar de una mezcla óptima a base de extractos de maracuyá (Passiflora edulis) con moringa (Moringa oleífera) para la obtención de una bebida funcional*.



- Lopez, P. A., & Polo, C. E. (2004). *Aislamiento de Lacto Albumina y Globulina del Lactosuero como Complemento Proteico, y su Aprovechamiento como Materia Prima en la Elaboración de una Bebida Refrescante.*
- Lozano, E. J. (2006). Fruit Manufacturing: Scientific Basis, Engineering Properties, and Deteriorative Reactions of Technological Importance. In *Food Engineering Series.*
- Machado, de C. M. B., Leonardo, B. L. F., Reis, de C. G., & Telis, R. J. (2018). Experimental study of physical and rheological properties of grape juice using different temperatures and concentrations. Part II: Merlot. *Food Research International*, 105(17), 905–912. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.026>
- Mahaut, Jeantet, R., Brulé, G., & Schuck, P. (2004). *Productos Lácteos Industriales.*
- Mahaut, M. J. (2013). *Introducción a la tecnología quesera: Desuerado.*
- Marcani, G. G. M. (2020). *Elaboración de yogurt fortificado a base de diferentes concentraciones de chía (Salvia hispánica L.).* Universidad Mayor de San Andres.
- Marineli, S., Lenquiste, S. A., & Mar, R. (2015). Antioxidant potential of dietary chia seed and oil (Salvia hispanica L.) in diet-induced obese rats. *Food Research International*, 15, 1–36. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.039>
- Martínez, C. O., & Paredes, L. O. (2014). Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (Salvia hispanica L.) by ultra high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1346, 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2014.04.007>
- Mechato, A., & Siche, R. (2020). Rheological properties of passion fruit (Passiflora edulis) juice with the addition of dietary fiber. *Agroindustrial Science*, 10(3), 229–234.
- Menchón, C., Cadona, J. S., & Bruschi, J. (2016). *Caracterización físico-química y microbiológica de suero de queso en polvo desmineralizado y evaluación del impacto de microorganismos esporulados.* 8–53.
- Mezger, T. (2014). The Rheology Handbook, For users of rotational and oscillatory rheometers. In *The Rheology Handbook.* <https://doi.org/10.1515/9783748603702>
- Mieles, C. M., Yépez, T. L. D., & Ramírez, C. L. (2018). Processing a beverage using by-products of the dairy industry. *Enfoque UTE*, 9(2), 59–69. <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/>
- MINSA/DIGESA. (2008). Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiologicos de



- Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano. Resolución Ministerial N° 591 - 2008 / MINSA. In *El Peruano* (p. 26).
- MINSA. (2017). Tablas Peruanas de composición de alimentos. In *Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, Centro Nacional de Alimentos y Nutrición* (Issue 56).
- Mogollon, G. C., Bermudez, A. A., & Romero, P. (2015). Aplicación del mapa de preferencia externo en la formulación de una bebida saborizada de lactosuero y pulpa de maracuyá. *Información Tecnológica*, 26(5), 17–24. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000500004>
- Mollet, B., & Rowland, I. (2002). Functional foods: At the frontier between food and pharma. *Current Opinion in Biotechnology*, 13(5), 483–485. [https://doi.org/10.1016/S0958-1669\(02\)00375-0](https://doi.org/10.1016/S0958-1669(02)00375-0)
- Monar, M. K. (2019). *Aprovechamiento agroindustrial de chía (Salvia hispánica L.) y avena (Avena sativa) en la elaboración de una bebida nutricional*.
- Monroy, T. R., Mancilla, E. M. L., Gallaga, S. J. C., Medina, G. S., & Santiago, G. E. J. (2008). Protein digestibility of chia seed *Salvia hispánica L.* *Revista Salud Publica y Nutricion*, 9(1), 1–9.
- Montalvo, O. M. C. (2016). Estudio de la chía y cocina de autor. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 152(3), 28.
- Montgomery, D., & Runger, G. C. (2003). Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. In *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería*.
- Moreiras, T. O., Carbajal, Á., Cabrera, F. L., & Cuadrado, V. C. (2015). *Tablas de composición de alimentos*.
- Mueller, H. G. (1973). *An introduction to Food Rheology* (Z. Acribia. (ed.)).
- Muñoz, H. L. (2012). *Mucilage from chia seeds (salvia hispánica): microestructure, physico-chemical characterization and applications in food industry*.
- Muñoz, & Segundo, J. (2019). *Efecto de la concentración del mucílago de Linaza (Linum usitatissimum) sobre las características fisicoquímicas y reológicas de un Néctar de Maracuyá (Passiflora edulis)*.
- Murrillo, J. (2019). *Aplicación de un blend emulsificante en el desarrollo de una bebida láctea por medio del proceso UHT, con sustitución parcial de leche por suero dulce de leche*.



- Muset, B. G., & Castells, L. M. (2017). *Alternativas de Valorización del suero de quesería - INTI* (p. 94).
- Ñahui, A. (2017). Efecto de la proporción de lactosuero y aguaymanto (*physalis peruviana* L.) En las características fisicoquímicas y organolépticas del helado. In *Universidad Nacional de Huancavelica*.
- Nicod, H. (2008). *La evaluación sensorial. Objetivos y métodos del análisis sensorial*. 1–5.
- Nicorescu, I., Loisel, C., Riaublanc, A., Vial, C., Djelveh, G., Cuvelier, G., & Legrand, J. (2009). Effect of dynamic heat treatment on the physical properties of whey protein foams. *Food Hydrocolloids*, 23(4), 1209–1219. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.09.005>
- NTP-203.110. (2009). Norma Técnica Peruana de Jugos, Néctares y Bebidas de Fruta. *Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI*, 1, 1–29.
- NTP. (2022). Norma Técnica Peruana de Jugos, Nectares y Bebidas de Fruta. *Resolución Dirección Ejecutiva N°D000233- 2021-MIDIS/PNAEQW*, 1–4.
- Olaya, C. I. (1991). *Frutas de América Tropical y sub tropical Historia y Usos*.
- Oliva, M. E. D. R., Ferreira, M., Joubert, M. B. V., & D'Alessandro, M. E. (2021). Salvia hispanica L. (chia) seed promotes body fat depletion and modulates adipocyte lipid handling in sucrose-rich diet-fed rats. *Food Research International*, 139, 11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109842>
- Otondi, E. A., Nduko, J. M., & Omwamba, M. (2020). Physico-chemical properties of extruded cassava-chia seed instant fl our. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2(May), 100058. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100058>
- Padilla, M. L. P. (2021). Viscosity of chia seed water suspension using two mixers and two approaches. *Biosystems Engineering -Research Paper*, 210, 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.08.003>
- Panchi, G. A. N. (2013). *Determinación de parámetros reológicos en bebidas de frutas con diferentes concentraciones de sólidos solubles mediante el uso del equipo universal TA – XT2i*.
- Panesar, P., & Kennedy, J. (2007). Bioutilisation of whey for lactic acid production. *Química de Los Alimentos*, 1–105.



- Paricanaza, T. D. (2022). Evaluación de las características químicas, físicas, sensoriales, funcionales y vida útil de una bebida a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Universidad Nacional Del Altiplano*, 1–168.
- Parra, H. R. A. (2009). Whey: importance in the food industry. *Tecnología En Alimentos*, 62, 4967–4982.
- Pastuña, P. (2012). Comparación de las gomas xantana y carragenina en las propiedades reológicas de una bebida con lactosuero. *Facultad de Ciencia e Ingeniería En Alimentos*, 7–131.
- Pereira, E. A., Brandão, E. M., Borges, S. V., & Maia, M. C. A. (2008). Influence of concentration on the steady and oscillatory shear behavior of umbu pulp. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12(21), 87–90.
- Pilaquina, O. (2012). Desarrollo de una bebida refrescante con frutas a base de lactosuero. *Tesis En Ingeniería de Alimentos*, 85.
- Poudyal, H., Panchal, S. K., Waanders, J., Ward, L., & Brown, L. (2012). Lipid redistribution by α -linolenic acid-rich chia seed inhibits stearoyl-CoA desaturase-1 and induces cardiac and hepatic protection in diet-induced obese rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 23(2), 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2010.11.011>
- Poveda. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista Chilena de Nutricion*, 40(4), 397–403. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182013000400011>
- Poveda, R. O., Pereira, B. L., Reguengo, M. L., Bertolino, M., Stévigny, C., & Zeppa, G. (2019). Effects of Particle Size and Extraction Methods on Cocoa Bean Shell Functional Beverage. *Article Nutrients*, 11(867), 1–19. <https://doi.org/10.3390/nu11040867>
- Prendergast, K. (1985). Whey drinks - technology, processing and marketing. *Intl. J. Dairy Technol.*, 38(4), 103–105.
- Prentice, J. H. (1984). Measurements in the rheology of foodstuffs. In *Elsevier Applied Science Publishers*.
- Pushpadass, H. A., Eljeeva, E. M. F., Balasubramanyam, B. V., & Patel, S. S. (2019). Rheological properties of milk-based beverages. In *Milk-Based Beverages: Volume 9: The Science of Beverages*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815504-2.00011-6>
- Quelca, V. S. (2013). *Comparación del perfil composicional de harina y aceite de semilla de chía*



(*salvia hispanica l.*) producida en Bolivia con un producto comercial.

- Ramírez, N. J. S. (2006). *Introducción a la Reología de los Alimentos* (ReCiTeIA).
- Ramírez, N. J. S. (2015). *Industrial use of Whey by fermentation Processes*. June. <https://doi.org/10.22490/25394088.1100>
- Rao. (1977). Measurement of Flow Properties of Fluid Foods - Developments, Limitations, and Interpretation of Phenomena. *Journal of Texture Studies*, 8(3), 257–282. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1977.tb01181.x>
- Rao, A. M. (1999). Rheology of Fluid, Semisolid, and Solid Foods; Principles and Applications. In *Food Engineering Series*.
- Razavi, S. M. A., & Karazhiyan, H. (2009). Flow properties and thixotropy of selected hydrocolloids: Experimental and modeling studies. *Food Hydrocolloids*, 23(3), 908–912. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.05.010>
- Reyes, C. E., Tecante, A., & Valdivia, L. M. A. (2008). Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica L.*) seeds. *Food Chemistry*, 107(2), 656–663. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.062>
- Rha, C. (1978). Reology of fluid foods. *Food Technology*, 7(32), 77–82.
- Ricci, J., Delalonde, M., Wisniewski, C., & Dahdouh, L. (2021). Role of dispersing and dispersed phases in the viscoelastic properties and the flow behavior of fruit juices during concentration operation: Case of orange juice. *Food and Bioproducts Processing*, 126, 121–129. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.11.013>
- Rodrigues, E. R., Ribeiro, S. A. M., Machado, de C. M. B., Cantú, L. D., & Telis, R. J. (2020). Determination of the rheological behavior and thermophysical properties of malbec grape juice concentrates (*Vitis vinifera*). *Food Research International*, 137, 10. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109431>
- Rodríguez, Abad, B. C. A., Pérez, M. A., & Diéguez, S. K. (2020). Preparation of a beverage based on whey and pulp of *Theobroma grandiflorum*. *Bioteconología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(2), 166. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(18\)166-175](https://doi.org/10.18684/bsaa(18)166-175)
- Rodríguez, H. Y. C. (2017). *Evaluación del mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica) como agente estabilizante en néctar de maracuyá (Passiflora edulis)*.
- Rubio, M. J., & Hernández, R. F. J. (2019). Activation energy for the viscoelastic flow: Analysis



- of the microstructure-at-rest of (water- and milk-based)fruit beverages. *Food Chemistry*, 293(5), 486–490. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.012>
- Ruilova, C., León, A., & Tay-Chu, J. (2018). Erosive potential of natural juices, industrialized and carbonated beverages. Literature review. *Review Report*, 28(1), 56–63.
- Sah, B. N. P., Vasiljevic, T., Mckechnie, S., & Donkor, O. N. (2016). Physicochemical , textural and rheological properties of probiotic yogurt forti fi ed with fi bre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 978–986. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.027>
- Salinas, D. E., Garvin, A., Ibarz, R., & Ibarz, A. (2021). Viscoelastic properties and compensation study of apple juice enriched with apple fiber. *Food Science and Technology - LWT*, 151(2021), 965–971. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111971>
- Sameen, A., Rizwan, T. M., Huma, N., & Issa, K. M. (2013). Effect of stabilizers on the quality of carbonated flavoured whey drink. *African Journal of Agricultural Research*, 8(5), 445–448. <https://doi.org/10.5897/AJAR12.313>
- Sánchez, J. (2020). Elaboración de una bebida energética a partir de pulpa de piyahaya (*Selenicereus megalanthus*) y Chirimoya (*Annona cherimola*). *Tesis Ingeniería Agroindustrial*, 61. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58260>
- Saremi, A., & Arora, R. (2009). The utility of omega-3 fatty acids in cardiovascular disease. *American Journal of Therapeutics*, 16(5), 421–436. <https://doi.org/10.1097/MJT.0b013e3180a5f0bb>
- Sayra, C. E. A. (2021). *Evaluación de las propiedades reológicas, físicoquímicas y funcionales del almidón de tres variedades de cañihua (chenopodium pallidicaule aellen) de la region Puno*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/15445>
- Sepúlveda, V. U. J., Flórez, F. E. L., & Peña, A. M. C. (2002). Use of lactoserum of fresh cheese in the elaboration of a fermented beverage with addition of maracuya pulp (*Passiflora edulis*) purple variety and carboxyl methyl cellulose (CMC), enriched with vitamins A and D. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 55(2), 1633–1674.
- Singh, R. P., & Heldman, D. R. (2014). Introduction to Food Engineering. In *Introduction to Food Engineering: Fifth Edition*.
- Sinha, N. K., Sidhu, J. S., Barta, J., Wu, J. S. B., & Cano, M. P. (2012). *Handbook of Fruits and Fruit Processing*.



- Spreer, E. (1996). *Lactología Industrial* (A. Zaragoza-España (ed.); 2da ed.).
- Steffe. (1996). *Rheological Methods in Food Process Engineering* (2da Ed. Fr, Vol. 23, Issue 2).
[https://doi.org/10.1016/0260-8774\(94\)90090-6](https://doi.org/10.1016/0260-8774(94)90090-6)
- Suárez, D. J., Manuel, R. R., Coronel, S. A. U., Palacio, P. A., & Izquierdo, K. E. (2015). *Rheological coefficient Study of an extra heavy crude oil dosage with a viscosity bioreducer Métodos y Materiales*. 18(2), 87–92.
- Tonon, R. V., Alexandre, D., Hubinger, M. D., & Cunha, R. L. (2009). Steady and dynamic shear rheological properties of açai pulp (*Euterpe oleraceae* Mart.). *Journal of Food Engineering*, 92(4), 425–431. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.12.014>
- Torres, G. R., Arteaga, C. T., & Montes, M. E. (2021). Physical Properties of Co-crystallized Products of Passion Fruit (*Passiflora Edulis*) Juice and Guava (*Psidium Guajava* l) Pulp and Their Co-Crystallization Kinetics. *TecnoLógicas*, 24(52), e2113. <https://doi.org/10.22430/22565337.2113>
- USDA. (2011). Composition of foods raw, processed and prepared. *USDA, National Nutrient Database for Standard*, 136.
- Vaillant, F., Jeanton, E., Dornier, M., O'Brien, G. M., Reynes, M., & Decloux, M. (2001). Concentration of passion fruit juice on an industrial pilot scale using osmotic evaporation. *Journal of Food Engineering*, 47(3), 195–202. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00115-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00115-1)
- Valdivia, L. Á., & Tecante, A. (2015). Chia (*Salvia hispanica*): A Review of Native Mexican Seed and its Nutritional and Functional Properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, 75, 53–75. <https://doi.org/26> <http://dx.doi.org/10.1016/bs.afnr.2015.06.002>
- Valencia, L. T. (2009). Aprovechamiento tecnológico del lactosuero y el gel deshidratado de *Opuntia subulata* para la elaboración de una bebida nutracéutica. *American Journal of Research Communication*, 5, 12–42.
- Veisseyre, R. (1988). *Lactología técnica: composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche*.
- Vivas, Y. A., Morales, A. J., & Otálvaro, Á. M. (2017). *Utilization whey in development of a refreshing beverage with natural antioxidants*. 25(40), 106–120.
- Warner, J. (1979). *Principios de la tecnología de lácteos*.



- Welti, C., Barbosa, C., & Aguilera. (2002). *Engineering and Food for the 21st Century*.
- Wheelock, J., & Knight, D. (1969). The action of rennet on milk. *The Journal of Agricultural Science*, 4(36), 183–190. <https://doi.org/10.1017/S0021859600001532>
- Xingú, L. A., González, H. A., De-La-Cruz, E., Sangerman, J. D. M., Orozco, D. R. G., & Rubí, A. M. (2017). Chia (*Salvia hispanica* L.) current situation and future trends. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7), 1619–1631.
- Zavaleta, C. B. G. (2016). *Manejo Agrónómico del Maracuyá Amarillo (Passiflora edulis) Var. Flavicarpa en Conache, Laredo - Trujillo*. Universidad Nacional de Trujillo.



ANEXOS

Anexo A.

Diseño Experimental - DCA

Tabla 24. *Diseño Completo al Azar (DCA) de las propiedades reológicas y fisicoquímicas*

TRATAMIENTOS	VARIABLES INDEPENDIENTES – E CODIFICADAS				VARIABLES DEPENDIENTES - R							
					PROPIEDADES REOLÓGICAS				PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS			
	SD (X ₁)	JM (X ₂)	HC (X ₃)	Azúcar (X ₄)	Comportam iento viscoelástico	Comportam iento de flujo	Viscosidad	pH	Solidos solubles	Acidez		
T1	73	20	0.5	6.5								
T2	73	20	1.0	6.0								
T3	73	20	1.5	5.5								
T4	68	25	0.5	6.5								
T5	68	25	1.0	6.0								
T6	68	25	1.5	5.5								
T7	63	30	0.5	6.5								
T8	63	30	1.0	6.0								
T9	63	30	1.5	5.5								

SD: Suero Dulce, JM: Jugo de Maracuyá, HC: Harina de Chía.

Anexo B.

Resultados de las propiedades reológicas de las bebidas nutritivas

Anexo B.1. Resultados del comportamiento viscoelástico en el barrido de frecuencia

Tabla 25. *Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y una significancia de ($p \leq 0.05$) para el módulo de almacenamiento (G') del comportamiento viscoelásticos de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.*

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	9	0.18065	0.020072	6.56	**
Error	20	0.06120	0.003060		
Total	29	0.24185			

Tabla 26. *Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y una significancia de ($p \leq 0.05$) para el módulo de pérdida (G'') del comportamiento viscoelásticos de lo diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.*

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	9	0.09107	0.010119	5.61	**
Error	20	0.03611	0.001805		
Total	29	0.12718			

Anexo B.2. Resultados de viscosidad, comportamiento de flujo (n) y coeficiente de consistencia (K)

Tabla 27. *Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para la viscosidad de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.*

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	9	0.024702	0.002745	18.99	**
Error	20	0.002891	0.000145		
Total	29	0.027593			

Tabla 28. *Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para el comportamiento de flujo (n) de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.*

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	9	0.02534	0.002815	2.43	*
Error	20	0.02314	0.001157		
Total	29	0.04848			

Tabla 29. *Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para el coeficiente de consistencia (K) de los diferentes tratamientos.*

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	9	0.06225	0.006917	11.98	**
Error	20	0.01155	0.000577		
Total	29	0.07380			

Anexo C.*Resultados de las propiedades fisicoquímicas de las bebidas nutritivas*

Tabla 30. *Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y una significancia de ($p \leq 0.05$), para el pH de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.*

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	9	0.5952	0.06613	3.89	*
Error	20	0.3399	0.01700		
Total	29	0.9351			

Tabla 31. *Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.*

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	9	116.472	12.9413	113.52	**
Error	20	2.280	0.1140		
Total	29	118.752			

Tabla 32. *Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y una significancia de ($p \leq 0.05$), para ácidos (expresado % de ácido cítrico) de los diferentes tratamientos.*

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	9	0.110892	0.012321	36.99	**
Error	20	0.006663	0.000333		
Total	29	0.117555			



Anexo D.

Informe de laboratorio de las propiedades nutricionales proximal de las bebidas óptimas



Emitido en Juliaca, el 23 octubre de 2023

Nombre del solicitante : LEONELA YANETH AQUINO CHURA
 RUC : —
 Dirección de la empresa : JR. LETICIA N° 375 – DESAGUADERO – CHUCUITO JULI - PUNO
 Servicio solicitado : Informe de ensayo fisicoquímico
 Producto declarado : T1: BEBIDA A BASE DE 73% DE SUERO DULCE (SD) CON LA INCLUSIÓN DE 20% JUGO DE MARACUYÁ (JM) Y 0.5% HARINA DE CHÍA (HC).
 Cantidad de muestra : Envase x 1 L
 Identificación / marca : SIN MARCA
 Presentación : Envasado
 Lugar y fecha de recepción : Laboratorio CICAL, 28 de setiembre de 2023
 Características : Muestra proporcionada por la solicitante en envase hermético cerrado.
 Condiciones de recepción : En aparente buen estado a temperatura ambiente.
 Muestra de Dirimencia : No proporcionada por la solicitante.
 Fecha de inicio de ensayos : 29 de setiembre de 2023
 Fecha de término de ensayos : 20 de octubre de 2023

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Humedad (b.h.)	%	85.48
		85.39
		85.42

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Humedad	AOAC Official Method 930.15. Humidity determination in foods. Gravimetric method 2000.



Edwin Chila Choque
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 180253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad del Centro de Investigación en Ciencia de los Alimentos – CICAL - UPeU. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del prototipo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Carretera Arequipa km. 06 Chullunquiari, Juliaca, Teléfono: +51 1-6186302 / E-mail: cicalj@upeu.edu.pe



INFORME DE ENSAYO FQ N° 0009-002

Emitido en Juliaca, el 23 octubre de 2023

Nombre del solicitante : LEONELA YANETH AQUINO CHURA
 RUC : —
 Dirección de la empresa : JR. LETICIA N° 375 – DESAGUADERO – CHUCUITO JULI - PUNO
 Servicio solicitado : Informe de ensayo fisicoquímico
 Producto declarado : T4: BEBIDA A BASE DE 68% DE SUERO DULCE (SD) CON LA INCLUSIÓN DE 25% JUGO DE MARACUYÁ Y 0.5% HARINA DE CHÍA (HC).
 Cantidad de muestra : Envase x 1 L
 Identificación / marca : SIN MARCA
 Presentación : Envasado
 Lugar y fecha de recepción : Laboratorio CICAL, 28 de setiembre de 2023
 Características : Muestra proporcionada por la solicitante en envase hermético cerrado.
 Condiciones de recepción : En aparente buen estado a temperatura ambiente.
 Muestra de Dirimencia : No proporcionada por la solicitante.
 Fecha de inicio de ensayos : 29 de setiembre de 2023
 Fecha de término de ensayos : 20 de octubre de 2023

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Humedad (b.h.)	%	85.57
		85.51
		85.53

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Humedad	AOAC Official Method 930.15. Humidity determination in foods. Gravimetric method 2000.



Edwin Chila Choque
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 180253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad del Centro de Investigación en Ciencia de los Alimentos – CICAL - UPEU. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del prototipo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Carretera Arequipa km. 06 Chullunquiani, Juliaca, Teléfono: +51 1-6186302 / E-mail: cicalj@upeu.edu.pe



A | **UPeU**
EP. INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
INFORME DE ENSAYO FQ N° 0009-003

Emitido en Juliaca, el 23 octubre de 2023

Nombre del solicitante : LEONELA YANETH AQUINO CHURA
RUC : —
Dirección de la empresa : JR. LETICIA N° 375 – DESAGUADERO – CHUCUITO JULI - PUNO
Servicio solicitado : Informe de ensayo fisicoquímico
Producto declarado : **T8: BEBIDA A BASE DE 63% DE SUERO DULCE (SD) CON LA INCLUSIÓN 30% JUGO DE MARACUYÁ Y 1.0% HARINA DE CHÍA (HC).**
Cantidad de muestra : Envase x 1 L
Identificación/ marca : SIN MARCA
Presentación : Envasado
Lugar y fecha de recepción : Laboratorio CICAL, 28 de setiembre de 2023
Características : Muestra proporcionada por la solicitante en envase hermético cerrado.
Condiciones de recepción : En aparente buen estado a temperatura ambiente.
Muestra de Dirimencia : No proporcionada por la solicitante.
Fecha de inicio de ensayos : 29 de setiembre de 2023
Fecha de término de ensayos : 20 de octubre de 2023

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Humedad (b.h.)	%	86.11
		86.19
		86.20

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Humedad	AOAC Official Method 930.15. Humidity determination in foods. Gravimetric method 2000.



Edwin Chila Choque

Edwin Chila Choque
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 180253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad del Centro de Investigación en Ciencia de los Alimentos – CICAL - UPeU. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del prototipo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Carretera Arequipa km. 06 Chullunquiani, Juliaca, Teléfono: +51 1-6186302 / E-mail: cicalj@upeu.edu.pe



A | **UPeU**
EP. INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
INFORME DE ENSAYO FQ N° 0009-010

Emitido en Juliaca, el 23 octubre de 2023

Nombre del solicitante : LEONELA YANETH AQUINO CHURA
 RUC : —
 Dirección de la empresa : JR. LETICIA N° 375 – DESAGUADERO – CHUCUITO JULI - PUNO
 Servicio solicitado : Informe de ensayo fisicoquímico
 Producto declarado : **T1: BEBIDA A BASE DE 73% DE SUERO DULCE (SD) CON LA INCLUSIÓN DE 20% JUGO DE MARACUYÁ (JM) Y 0.5% HARINA DE CHÍA (HC).**
 Cantidad de muestra : Envase x 1 L
 Identificación / marca : SIN MARCA
 Presentación : Envasado
 Lugar y fecha de recepción : Laboratorio CICAL, 28 de setiembre de 2023
 Características : Muestra proporcionada por la solicitante en envase hermético cerrado.
 Condiciones de recepción : En aparente buen estado a temperatura ambiente.
 Muestra de Dirimencia : No proporcionada por la solicitante.
 Fecha de inicio de ensayos : 29 de setiembre de 2023
 Fecha de término de ensayos : 20 de octubre de 2023

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Proteína	%	3.52
		4.69
		4.98

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Proteína	AOAC Official Method 939.02. Protein (milk) in milk chocolate. Kjeldahl Met 1939.



Edwin Chila Choque
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 180253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad del Centro de Investigación en Ciencia de los Alimentos – CICAL – UPeU. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del prototipo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Carretera Arequipa km. 06 Chullunquiani, Juliaca, Teléfono: +51 1-6186302 / E-mail: cicalj@upeu.edu.pe



A | **UPeU**
EP. INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
INFORME DE ENSAYO FQ N° 0009-011

Emitido en Juliaca, el 23 octubre de 2023

Nombre del solicitante : LEONELA YANETH AQUINO CHURA
 RUC : —
 Dirección de la empresa : JR. LETICIA N° 375 – DESAGUADERO – CHUCUITO JULI - PUNO
 Servicio solicitado : Informe de ensayo fisicoquímico
 Producto declarado : **T4: BEBIDA A BASE DE 68% DE SUERO DULCE (SD) CON LA INCLUSIÓN DE 25% JUGO DE MARACUYÁ Y 0.5% HARINA DE CHÍA (HC).**
 Cantidad de muestra : Envase x 1 L
 Identificación/ marca : SIN MARCA
 Presentación : Envasado
 Lugar y fecha de recepción : Laboratorio CICAL, 28 de setiembre de 2023
 Características : Muestra proporcionada por la solicitante en envase hermético cerrado.
 Condiciones de recepción : En aparente buen estado a temperatura ambiente.
 Muestra de Dirimencia : No proporcionada por la solicitante.
 Fecha de inicio de ensayos : 29 de setiembre de 2023
 Fecha de término de ensayos : 20 de octubre de 2023

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Proteína	%	5.86
		5.28
		5.86

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Proteína	AOAC Official Method 939.02. Protein (milk) in milk chocolate. Kjeldahl Met 1939.


Edwin Chila Choque
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 180253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad del Centro de Investigación en Ciencia de los Alimentos – CICAL - UPeU. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del prototipo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Carretera Arequipa km. 06 Chullunquiari, Juliaca, Teléfono: +51 1-6186302 / E-mail: cicalj@upeu.edu.pe



INFORME DE ENSAYO FQ N° 0009-012

Emitido en Juliaca, el 23 octubre de 2023

Nombre del solicitante : LEONELA YANETH AQUINO CHURA
 RUC : —
 Dirección de la empresa : JR. LETICIA N° 375 – DESAGUADERO – CHUCUITO JULI - PUNO
 Servicio solicitado : Informe de ensayo fisicoquímico
 Producto declarado : **T8: BEBIDA A BASE DE 63% DE SUERO DULCE (SD) CON LA INCLUSIÓN 30% JUGO DE MARACUYÁ Y 1.0% HARINA DE CHÍA (HC).**
 Cantidad de muestra : Envase x 1 L
 Identificación / marca : SIN MARCA
 Presentación : Envasado
 Lugar y fecha de recepción : Laboratorio CICAL, 28 de setiembre de 2023
 Características : Muestra proporcionada por la solicitante en envase hermético cerrado.
 Condiciones de recepción : En aparente buen estado a temperatura ambiente.
 Muestra de Dirimencia : No proporcionada por la solicitante.
 Fecha de inicio de ensayos : 29 de setiembre de 2023
 Fecha de término de ensayos : 20 de octubre de 2023

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Proteína	%	3.52
		4.10
		4.69

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Proteína	AOAC Official Method 939.02, Protein (milk) in milk chocolate, Kjeldahl Met 1939.



Edwin Chila Choque

Edwin Chila Choque
JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 180253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad del Centro de Investigación en Ciencia de los Alimentos – CICAL - UPeU. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del prototipo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Carretera Arequipa km. 06 Chullunquiani, Juliaca, Teléfono: +51 1-6186302 / E-mail: cicalj@upeu.edu.pe



A | **UPeU**
EP. INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
INFORME DE ENSAYO FQ N° 0009-007

Emitido en Juliaca, el 23 octubre de 2023

Nombre del solicitante : LEONELA YANETH AQUINO CHURA
 RUC : —
 Dirección de la empresa : JR. LETICIA N° 375 – DESAGUADERO – CHUCUITO JULI - PUNO
 Servicio solicitado : Informe de ensayo fisicoquímico
 Producto declarado : **T1: BEBIDA A BASE DE 73% DE SUERO DULCE (SD) CON LA INCLUSIÓN DE 20% JUGO DE MARACUYÁ (JM) Y 0.5% HARINA DE CHÍA (HC).**
 Cantidad de muestra : Envase x 1 L
 Identificación/ marca : SIN MARCA
 Presentación : Envasado
 Lugar y fecha de recepción : Laboratorio CICAL, 28 de setiembre de 2023
 Características : Muestra proporcionada por la solicitante en envase hermético cerrado.
 Condiciones de recepción : En aparente buen estado a temperatura ambiente.
 Muestra de Dirimencia : No proporcionada por la solicitante.
 Fecha de inicio de ensayos : 29 de setiembre de 2023
 Fecha de término de ensayos : 20 de octubre de 2023

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Grasa	%	0.09
		0.12
		0.09

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Grasa	AOAC Official Method 963.15. Fat in Cacao Products - Soxhlet Extraction Met 1973.



Edwin Chila Choque
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 180253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad del Centro de Investigación en Ciencia de los Alimentos – CICAL - UPeU. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del prototipo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Carretera Arequipa km. 06 Chullunquiani, Juliaca, Teléfono: +51 1-6186302 / E-mail: cicalj@upeu.edu.pe



A | **UPeU**
EP. INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
INFORME DE ENSAYO FQ N° 0009-008

Emitido en Juliaca, el 23 octubre de 2023

Nombre del solicitante : LEONELA YANETH AQUINO CHURA
 RUC : —
 Dirección de la empresa : JR. LETICIA N° 375 – DESAGUADERO – CHUCUITO JULI - PUNO
 Servicio solicitado : Informe de ensayo fisicoquímico
 Producto declarado : **T4: BEBIDA A BASE DE 68% DE SUERO DULCE (SD) CON LA INCLUSIÓN DE 25% JUGO DE MARACUYÁ Y 0.5% HARINA DE CHÍA (HC).**
 Cantidad de muestra : Envase x 1 L
 Identificación/ marca : SIN MARCA
 Presentación : Envasado
 Lugar y fecha de recepción : Laboratorio CICAL, 28 de setiembre de 2023
 Características : Muestra proporcionada por la solicitante en envase hermético cerrado.
 Condiciones de recepción : En aparente buen estado a temperatura ambiente.
 Muestra de Dirimencia : No proporcionada por la solicitante.
 Fecha de inicio de ensayos : 29 de setiembre de 2023
 Fecha de término de ensayos : 20 de octubre de 2023

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Grasa	%	0.10
		0.12
		0.11

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Grasa	AOAC Official Method 963.15. Fat in Cacao Products - Soxhlet Extraction Met 1973.


Edwin Chila Choque
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 180253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad del Centro de Investigación en Ciencia de los Alimentos – CICAL - UPeU. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del prototipo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Carretera Arequipa km. 06 Chullunquiani, Juliaca, Teléfono: +51 1-6186302 / E-mail: cicalj@upeu.edu.pe



A | **UPeU**
EP. INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
INFORME DE ENSAYO FQ N° 0009-009

Emitido en Juliaca, el 23 octubre de 2023

Nombre del solicitante : LEONELA YANETH AQUINO CHURA
 RUC : —
 Dirección de la empresa : JR. LETICIA N° 375 – DESAGUADERO – CHUCUITO JULI - PUNO
 Servicio solicitado : Informe de ensayo fisicoquímico
 Producto declarado : **T8: BEBIDA A BASE DE 63% DE SUERO DULCE (SD) CON LA INCLUSIÓN 30% JUGO DE MARACUYÁ Y 1.0% HARINA DE CHÍA (HC).**
 Cantidad de muestra : Envase x 1 L
 Identificación / marca : SIN MARCA
 Presentación : Envasado
 Lugar y fecha de recepción : Laboratorio CICAL, 28 de setiembre de 2023
 Características : Muestra proporcionada por la solicitante en envase hermético cerrado.
 Condiciones de recepción : En aparente buen estado a temperatura ambiente.
 Muestra de Dirimencia : No proporcionada por la solicitante.
 Fecha de inicio de ensayos : 29 de setiembre de 2023
 Fecha de término de ensayos : 20 de octubre de 2023

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Grasa	%	0.17
		0.16
		0.19

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Grasa	AOAC Official Method 963.15. Fat in Cacao Products - Soxhlet Extraction Met 1973.



Edwin Chila Choque

Edwin Chila Choque
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 180253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad del Centro de Investigación en Ciencia de los Alimentos – CICAL – UPeU. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del prototipo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Carretera Arequipa km. 06 Chullunquiani, Juliaca, Teléfono: +51 1-6186302 / E-mail: cicalj@upeu.edu.pe



INFORME DE ENSAYO FQ N° 0009-004

Emitido en Juliaca, el 23 octubre de 2023

Nombre del solicitante : LEONELA YANETH AQUINO CHURA
 RUC : —
 Dirección de la empresa : JR. LETICIA N° 375 – DESAGUADERO – CHUCUITO JULI - PUNO
 Servicio solicitado : Informe de ensayo fisicoquímico
 Producto declarado : **T1: BEBIDA A BASE DE 73% DE SUERO DULCE (SD) CON LA INCLUSIÓN DE 20% JUGO DE MARACUYÁ (JM) Y 0.5% HARINA DE CHÍA (HC).**
 Cantidad de muestra : Envase x 1 L
 Identificación / marca : SIN MARCA
 Presentación : Envasado
 Lugar y fecha de recepción : Laboratorio CICAL, 28 de setiembre de 2023
 Características : Muestra proporcionada por la solicitante en envase hermético cerrado.
 Condiciones de recepción : En aparente buen estado a temperatura ambiente.
 Muestra de Dirimencia : No proporcionada por la solicitante.
 Fecha de inicio de ensayos : 29 de setiembre de 2023
 Fecha de término de ensayos : 20 de octubre de 2023

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Ceniza	%	3.37
		3.78
		3.60

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Ceniza	AOAC Official Method 94.5.46. Ash of milk. Gravimetric method 1945.



Edwin Chila Choque
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 180253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad del Centro de Investigación en Ciencia de los Alimentos – CICAL - UPeU. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del prototipo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Carretera Arequipa km. 06 Chullunquiani, Juliaca, Teléfono: +51 1-6186302 / E-mail: cicalj@upeu.edu.pe



A | **UPeU**
EP. INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
INFORME DE ENSAYO FQ N° 0009-005

Emitido en Juliaca, el 23 octubre de 2023

Nombre del solicitante : LEONELA YANETH AQUINO CHURA
RUC : —
Dirección de la empresa : JR. LETICIA N° 375 – DESAGUADERO – CHUCUITO JULI - PUNO
Servicio solicitado : Informe de ensayo fisicoquímico
Producto declarado : **T4: BEBIDA A BASE DE 68% DE SUERO DULCE (SD) CON LA INCLUSIÓN DE 25% JUGO DE MARACUYÁ Y 0.5% HARINA DE CHÍA (HC).**
Cantidad de muestra : Envase x 1 L
Identificación / marca : SIN MARCA
Presentación : Envasado
Lugar y fecha de recepción : Laboratorio CICAL, 28 de setiembre de 2023
Características : Muestra proporcionada por la solicitante en envase hermético cerrado.
Condiciones de recepción : En aparente buen estado a temperatura ambiente.
Muestra de Dirimencia : No proporcionada por la solicitante.
Fecha de inicio de ensayos : 29 de setiembre de 2023
Fecha de término de ensayos : 20 de octubre de 2023

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Ceniza	%	3.42
		3.45
		3.40

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Ceniza	AOAC Official Method 945.46. Ash of milk. Gravimetric method 1945.



Edwin Chila Choque

Edwin Chila Choque
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 180253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad del Centro de Investigación en Ciencia de los Alimentos – CICAL - UPEU. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del prototipo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Carretera Arequipa km. 06 Chullunquiani, Juliaca, Teléfono: +51 1-6186302 / E-mail: cicalj@upeu.edu.pe



INFORME DE ENSAYO FQ N° 0009-006

Emitido en Juliaca, el 23 octubre de 2023

Nombre del solicitante : LEONELA YANETH AQUINO CHURA
 RUC : --
 Dirección de la empresa : JR. LETICIA N° 375 – DESAGUADERO – CHUCUITO JULI - PUNO
 Servicio solicitado : Informe de ensayo fisicoquímico
 Producto declarado : **T8: BEBIDA A BASE DE 63% DE SUERO DULCE (SD) CON LA INCLUSIÓN 30% JUGO DE MARACUYÁ Y 1.0% HARINA DE CHÍA (HC).**
 Cantidad de muestra : Envase x 1 L
 Identificación / marca : SIN MARCA
 Presentación : Envasado
 Lugar y fecha de recepción : Laboratorio CICAL, 28 de setiembre de 2023
 Características : Muestra proporcionada por la solicitante en envase hermético cerrado.
 Condiciones de recepción : En aparente buen estado a temperatura ambiente.
 Muestra de Dirimencia : No proporcionada por la solicitante.
 Fecha de inicio de ensayos : 29 de setiembre de 2023
 Fecha de término de ensayos : 20 de octubre de 2023

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Ceniza	%	3.65
		3.36
		3.82

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Ceniza	AOAC Official Method 945.46. Ash of milk. Gravimetric method 1945.



Edwin Chila Choque

Edwin Chila Choque
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 180253

Los ensayos se han realizado bajo responsabilidad del Centro de Investigación en Ciencia de los Alimentos – CICAL - UPeU. Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) del prototipo o del lote ensayado(s) no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizada. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
 PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Carretera Arequipa km. 06 Chullunquiani, Juliaca, Teléfono: +51 1-6186302 / E-mail: cicalj@upeu.edu.pe

Anexo E.

Resultados del cuadro de análisis de varianza de las propiedades nutricionales proximal

Tabla 33. *Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para la humedad (%) de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.*

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	2	0.95096	0.475478	260.93	0.000
Error	6	0.01093	0.001822		
Total	8	0.96189			

Tabla 34. *Comparación múltiple con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para humedad.*

Tratamientos	Repeticiones (N)	Media	Nivel de Significancia
T8	3	86.1667	A
T4	3	85.5367	B
T1	3	85.4300	B

Tabla 35. *Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para la proteína (%) de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.*

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	2	4.143	2.0715	5.91	0.038
Error	6	2.104	0.3506		
Total	8	6.247			

Tabla 36. *Comparación múltiple con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para proteína.*

Tratamientos	Repeticiones (N)	Media	Nivel de Significancia
T4	3	5.667	A
T1	3	4.397	A B
T8	3	4.103	B

Tabla 37. *Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para grasa (%) de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.*

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	2	0.009489	0.004744	22.47	0.002
Error	6	0.001267	0.000211		
Total	8	0.010756			

Tabla 38. *Comparación múltiple con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para grasa.*

Tratamientos	Repeticiones (N)	Media	Nivel de Significancia
T8	3	0.17333	A
T4	3	0.11000	B
T1	3	0.1000	B

Tabla 39. *Análisis de varianza (ANVA) con un nivel de confianza del 95% y significancia de ($p \leq 0.05$), para ceniza (%) de los diferentes tratamientos de las bebidas nutritivas.*

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	2	0.06116	0.03058	0.95	0.439
Error	6	0.19393	0.03232		
Total	8	0.25509			

Tabla 40. *Comparación múltiple con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), para ceniza.*

Tratamientos	Repeticiones (N)	Media	Nivel de Significancia
T8	3	3.610	A
T1	3	3.583	A
T4	3	3.4233	A

Anexo F.

Formato de Evaluación Sensorial para las muestras de las bebidas nutritivas óptimas

ANÁLISIS SENSORIAL

Producto: BEBIDA A BASE DE LACTOSUERO CON LA INCLUSIÓN DE JUGO DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis*) Y HARINA DE CHÍA (*Salvia hispánica*).

NOMBRES Y APELLIDOS: _____

Edad (panelista): _____ **Fecha:** _____ **Hora:** _____

Lugar: _____ **Prueba N°:** _____

Instrucciones:

1. Frente a usted se presenta las bebidas nutritivas.

GRADO DE SATISFACCIÓN		PUNTAJE
Muy desagradable		1
Desagradable		2
Un poco desagradable		3
Ni agradable/ ni desagradable		4
Un poco agradable		5
Agradable		6
Muy agradable		7

2. Observa el cuadro de satisfacción (ESCALA 1).
3. Pruebe la muestra e indique el PUNTAJE correspondiente a cada atributo (**Sabor, Olor y Apariencia general**) de su agrado para cada bebida.

	BEBIDA – T1	BEBIDA – T4	BEBIDA – T8
SABOR			
OLOR			
APARIENCIA GENERAL			

Recomendaciones:

.....

Anexo G.

Tablas de resultados de la evaluación sensorial de las bebidas nutritivas óptimas

Tabla 41. *Resultados de la evaluación sensorial del atributo SABOR de los tratamientos óptimos de las bebidas nutritivas a base de SD, JM y HC.*

PANELISTAS	ATRIBUTO SABOR		
	T1	T4	T8
PANELISTA 1	6	6	6
PANELISTA 2	4	4	5
PANELISTA 3	4	5	6
PANELISTA 4	4	6	3
PANELISTA 5	4	5	4
PANELISTA 6	4	5	6
PANELISTA 7	3	6	4
PANELISTA 8	6	6	7
PANELISTA 9	4	6	3
PANELISTA 10	5	6	4
PANELISTA 11	5	6	5
PANELISTA 12	2	5	6
PANELISTA 13	5	6	4
PANELISTA 14	7	6	5
PANELISTA 15	4	5	6
PANELISTA 16	4	6	4
PANELISTA 17	6	7	4
PANELISTA 18	7	7	5
PANELISTA 19	6	6	5
PANELISTA 20	5	6	4
PANELISTA 21	6	7	5
PANELISTA 22	4	4	4
PANELISTA 23	5	5	3
PANELISTA 24	6	6	3
PANELISTA 25	3	2	6
PANELISTA 26	7	6	3
PANELISTA 27	6	6	5
PANELISTA 28	4	6	5
PANELISTA 29	6	6	7
PANELISTA 30	4	6	5
PANELISTA 31	4	6	4
PANELISTA 32	6	7	7
PANELISTA 33	6	5	4
PANELISTA 34	6	6	3
PANELISTA 35	6	6	5

Tabla 42. ANVA de la característica sensorial en SABOR de los tratamientos óptimos de las bebidas nutritivas ($p < 0.05$).

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	2	17.73	8.867	7.77	<0.001
Panel	34	56.06	1.649	1.44	0.099
Error	68	77.60	1.141		
Total	104	151.39			

Tabla 43. Prueba estadística de Tukey ($p < 0.05$) del atributo SABOR.

Tratamientos	N	Media	Nivel de Significancia
T4	35	5.6857	A
T1	35	4.9714	B
T8	35	4.7142	B

Tabla 44. Resultados de la evaluación sensorial para el atributo OLOR de los tratamientos óptimos de las bebidas nutritivas a base de SD con la inclusión de JM y HC.

PANELISTAS	ATRIBUTO OLOR		
	T1	T4	T8
PANELISTA 1	3	6	7
PANELISTA 2	4	4	5
PANELISTA 3	5	5	5
PANELISTA 4	4	6	4
PANELISTA 5	3	4	4
PANELISTA 6	4	7	3
PANELISTA 7	4	4	6
PANELISTA 8	4	6	5
PANELISTA 9	4	4	4
PANELISTA 10	5	5	4
PANELISTA 11	6	5	5
PANELISTA 12	4	4	6
PANELISTA 13	6	6	5
PANELISTA 14	6	6	5
PANELISTA 15	4	4	6
PANELISTA 16	4	4	4
PANELISTA 17	7	6	5
PANELISTA 18	7	6	5
PANELISTA 19	6	7	6
PANELISTA 20	5	6	6
PANELISTA 21	6	6	4
PANELISTA 22	3	4	6
PANELISTA 23	4	6	5
PANELISTA 24	5	6	7
PANELISTA 25	5	6	6
PANELISTA 26	6	7	5
PANELISTA 27	6	6	6
PANELISTA 28	6	6	5
PANELISTA 29	4	6	7
PANELISTA 30	5	6	6
PANELISTA 31	3	6	6
PANELISTA 32	6	6	7
PANELISTA 33	5	5	5
PANELISTA 34	6	6	5
PANELISTA 35	6	6	6



Tabla 45. ANVA de la característica sensorial en OLOR de los tratamientos óptimos de las bebidas nutritivas ($p < 0.05$).

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	2	7.219	3.6095	4.13	<0.020
Panel	34	50.381	1.4818	1.69	<0.033
Error	68	59.448	0.8742		
Total	104	117.048			

Tabla 46. Prueba estadística de Tukey ($p < 0.05$) para el atributo sensorial OLOR.

Tratamientos	N	Media	Nivel de Significancia
T4	35	5.51	A
T8	35	5.31	A B
T1	35	4.89	B

Tabla 47. Resultados de evaluación sensorial del atributo APARIENCIA GENERAL de los tratamientos óptimos de las bebidas nutritivas a base de SD con la inclusión de JM y HC.

PANELISTAS	ATRIBUTO DE APARIENCIA GENERAL		
	T1	T4	T8
PANELISTA 1	5	6	6
PANELISTA 2	5	5	6
PANELISTA 3	4	6	4
PANELISTA 4	6	6	4
PANELISTA 5	6	6	6
PANELISTA 6	6	6	5
PANELISTA 7	5	6	3
PANELISTA 8	6	6	7
PANELISTA 9	4	6	4
PANELISTA 10	6	6	5
PANELISTA 11	4	6	4
PANELISTA 12	6	7	6
PANELISTA 13	6	7	5
PANELISTA 14	7	6	5
PANELISTA 15	3	6	5
PANELISTA 16	4	6	5
PANELISTA 17	6	6	5
PANELISTA 18	4	6	4
PANELISTA 19	7	6	6
PANELISTA 20	5	6	5
PANELISTA 21	6	6	5
PANELISTA 22	4	5	5
PANELISTA 23	4	6	6
PANELISTA 24	6	6	7
PANELISTA 25	5	5	5
PANELISTA 26	6	7	6
PANELISTA 27	7	6	6
PANELISTA 28	6	6	6
PANELISTA 29	4	7	7
PANELISTA 30	5	6	6
PANELISTA 31	5	6	4
PANELISTA 32	7	7	7
PANELISTA 33	5	5	5
PANELISTA 34	6	6	3
PANELISTA 35	7	7	6



Tabla 48. ANVA de la característica sensorial en APARIENCIA GENERAL de los tratamientos óptimos de las bebidas ($p < 0.05$).

Fuente	GL	Suma cuadrado (SS)	Cuadrado medio (MS)	Razón F	Valor P
Tratamientos	2	13.10	6.5524	10.39	<0.000
Panelistas	34	45.85	1.3485	2.14	<0.004
Error	68	42.90	0.6308		
Total	104	101.85			

Tabla 49. Prueba estadística Tukey ($p < 0.05$) para el atributo APARIENCIA GENERAL

Tratamientos	N	Media	Nivel de Significancia
T4	35	6.06	A
T1	35	5.37	B
T8	35	5.26	B

Anexo H.

Resultados del procesamiento de imagen durante la experimentación en la obtención de la bebida nutritiva



Fotografía 1. *Tratamiento preliminar al SD.*



Fotografía 2. *Tratamiento preliminar en la obtención de JM.*



Fotografía 3. *Tratamiento preliminar en la obtención de la HC.*



Fotografía 4. *Pesado y mezclado de la materia prima e insumo.*



Fotografía 5. *Tratamiento térmico al JM y estandarización de la materia prima e insumos.*



Fotografía 6. Homogenizado con el SD y tratamiento térmico de cada bebida.



Fotografía 7. Obtención y almacenamiento del producto final bebidas nutritivas.



Fotografía 8. Evaluación de las propiedades reológicas (comportamiento viscoelástico, curva de fluidez y viscosidad).



Fotografía 9. Determinación del pH.



Fotografía 10. Determinación de °Brix.



Fotografía 11. Determinación de la acidez titulable



Fotografía 12. Evaluación sensorial de la bebida nutritivas más representativas.



Anexo I.

Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Leonela Yaneth Aguino Chura
identificado con DNI 74533331 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Agroindustrial

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Evaluación de las propiedades Reológicas, Fisicoquímicas y Sensoriales
de una Bebida a base de Lactosuero con la Inclusión de Jugo
de Maracuyá (Passiflora edulis) y Harina de chía (salvia hispánica) "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 25 de enero del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



Anexo J.

Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Leonela Yaneth Aguino Chura
identificado con DNI 74533331 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Agroindustrial

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“Evaluación de las propiedades Reológicas, Físicoquímicas y Sensoriales de una Bebida a base de lactosuero con la Inclusión de Jugo de Maracuyá (Passiflora edulis) y Harina de chia (salvia hispánica)”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 25 de enero del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella