

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

---

---

**Obtención y evaluación de una bebida refrescante a  
partir de lactosuero, yacón (*Smallanthus sonchifolius*)  
y aguaymanto (*Physalis peruviana*)**

---

---

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial**

**Autores:**

**Bach. Sarmiento Vilela, Keila Rubith  
Bach. Sifuentes Calderón, Karina Nathaly**

**Asesor:**

**M.Sc. Saúl Marco, Eusebio Lara  
DNI. N° 32854604  
Código ORCID: 0000-0001-6875-240X**

**Coasesora:**

**Ms. Quezada Berru, Soledad Mercedes  
DNI. N° 41945415  
Código ORCID: 0000-0001-7594-4995**

**Nuevo Chimbote - Perú  
2024**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**CARTA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR**

La presente tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objetivo propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando en cuadro dentro de las áreas y líneas de investigación conforme el reglamento general para obtener el Título profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

**Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial**

**“OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA REFRESCANTE A PARTIR  
DE LACTOSUERO, YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) Y AGUAYMANTO  
(*Physalis peruviana*)”**

**Autores:**

**Bach. Sarmiento Vilela, Keila Rubith**  
**Bach. Sifuentes Calderón, Karina Nathaly**

  
**M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara**  
**ASESOR**

DNI 32854604

Código ORCID: **0000-0001-6875-240X**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**ACTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO**

El presente trabajo de tesis titulado “**OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA REFRESCANTE A PARTIR DE LACTOSUERO, YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) Y AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*)**” para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los bachilleres: **Sarmiento Vilela Keila Rubith**, con código de matrícula 0201812021 y Sifuentes Calderón Karina Nathaly, con código de matrícula 0201812007, que tienen como asesor **M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara** y al Coasesor **M. Quezada Berru Soledad Mercedes**, según R.D. N° 460-2023-UNS-CFI. Ha sido revisado y aprobado el día 20 de diciembre del 2024 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante la resolución N° 694-2024-UNS-CFI.

**Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca**  
**Presidente**

Orcid: 0000-0003-4326-1852

DNI N° 18146173

**Dr. Williams Esteward Castillo Martinez**  
**Secretario**

Orcid: 0000-0001-6917-1009

DNI N° 40169364

**M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara**  
**Integrante**

Orcid: 0000-0001-6875-240X

DNI N° 32854604



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 09:00 horas del día veinte de diciembre del dos mil veinticuatro, se instalaron en el Pabellón de Agroindustrial, Aula Multimedia de la EPIA - 1er. Piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 694-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- |   |             |
|---|-------------|
| • Dra. Luz María Paucar Menacho           | Presidente  |
| • Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca           | Secretario  |
| • M.Sc.Saúl Marco Eusebio Lara            | Integrante  |
| • Dr. Williams Esteward Castillo Martinez | Accesitario |

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis:

**“OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA REFRESCANTE A PARTIR DE LACTOSUERO, YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) Y AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*)”** elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **SARMIENTO VILELA KEILA RUBITH**
- **SIFUENTES CALDERÓN KARINA NATHALY**

Asimismo, tiene como Asesor el docente **M.Sc.Saúl Marco Eusebio Lara** y como Coasesor a **Ms. Quesada Berru Soledad Mercedes**

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
<b>SIFUENTES CALDERÓN KARINA NATHALY</b>	18	BUENO

Siendo las 12:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 20 de diciembre del 2024.

  
**Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca**  
Presidente

  
**Dr. Williams Esteward Castillo Martínez**  
Secretario

  
**M.Sc.Saúl Marco Eusebio Lara**  
Integrante



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Saul Eusebio  
Título del ejercicio: Informe de Tesis final UNS  
Título de la entrega: OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA REFRESCANTE A ...  
Nombre del archivo: TESIS\_FINAL\_-\_SARMIENTO\_-\_SIFUENTES\_18.02.25.docx  
Tamaño del archivo: 9.36M  
Total páginas: 111  
Total de palabras: 18,134  
Total de caracteres: 102,725  
Fecha de entrega: 19-feb.-2025 11:47a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 2592968400

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROINDUSTRIA



"OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA  
REFRESCANTE A PARTIR DE LACTOSUERO, YACÓN (*Smallanthus  
sonchifolius*) Y AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*)"

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero  
Agroindustrial

AUTORES:

Bach. SARMIENTO VILELA, Keila Rubith  
Bach. SIFUENTES CALDERÓN, Karina Nathaly

ASESOR:

M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara  
DNI. N° 32854604  
Código ORCID : 0000-0001-6875-240X

COASESORA:

Ms. Quezada Berru Soledad Mercedes  
DNI. N° 41945415  
Código ORCID : 0000-0001-7594-4995

NUEVO CHIMBOTE-PERÚ

2024

# OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA REFRESCANTE A PARTIR DE LACTOSUERO, YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) Y AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*)

## INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	10%
2	<a href="https://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
5	<a href="https://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.utn.edu.ec">repositorio.utn.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Trabajo del estudiante	<1%
9	<a href="https://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%
10	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1%

## **DEDICATORIA**

*Este informe de investigación está dedicado primeramente a Dios, a nuestros padres, hermanos y sobrinos que nos apoyaron durante toda esta experiencia laboral y nos brindaron fuerzas para seguir adelante con el proyecto.*

*Así mismo, dedicamos este trabajo a nuestros amigos, que nos apoyaron e inspiraron a seguir trabajando duro y perseguir nuestros sueños. Pues su amor y aliento han sido nuestras mayores motivaciones.*

*Por ellos, estamos increíblemente agradecidas por todo lo que contribuyeron con el culminó de este proyecto.*

*Este informe está dedicado a ustedes con nuestro cariño y agradecimiento.*

***Sarmiento Vilela Keila Rubith  
Sifuentes Calderón Karina Nathaly***

## AGRADECIMIENTO

*En primer lugar, dar gracias a Dios por habernos permitido llegar al culmino de nuestro proyecto con satisfacción. A nuestros progenitores, quienes han sido los principales impulsores de nuestra realización, por ofrecernos su apoyo y creer en nuestras metas, y por los aprendizajes, virtudes y fundamentos que nos han transmitido.*

*Presentamos nuestros más sinceros agradecimientos a nuestro asesor M. Sc. Eusebio Lara Saul Marco, a los ingenieros del laboratorio ITTA, a la Ing. Korei e Ing. Janeth. Por la paciencia, apoyo y orientación para la dirección de este proyecto.*

*De esta manera, queremos manifestar nuestro profundo agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron para que sea posible la finalización de esta meta mediante su apoyo constante e incondicional.*

***Sarmiento Vilela Keila Rubith***  
***Sifuentes Calderón Karina Nathaly***

## INDICE GENERAL

	Pag.
CARTA DEL ASESOR .....	ii
AVAL DE LOS JURADOS.....	iii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. YACÓN ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> ).....	3
2.1.1. Descripción taxonómica .....	3
2.1.2. Composición Química .....	4
2.2. AGUAYMANTO ( <i>Physalis peruviana</i> ).....	8
2.2.1. Descripción taxonómica .....	8
2.2.2. Composición Nutricional .....	9
2.2.3. Propiedades Funcionales .....	9
2.2.4. Beneficios para la salud .....	10
2.3. SUERO DE LECHE.....	10
2.3.1. Tipos de Suero de Leche .....	11
2.3.2. Aplicación del Suero de Leche .....	12
2.3.3. Beneficios del Lactosuero .....	13
2.4. BEBIDA FUNCIONAL .....	13
2.4.1. Definición .....	14
2.4.2. Clasificación.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN .....	16
3.2. MATERIALES E INSTRUMENTOS .....	16
3.2.1. MATERIA PRIMA .....	16
3.2.2. INSUMOS .....	17
3.2.3. REACTIVOS .....	17
3.2.4. MATERIALES DE LABORATORIO .....	17
3.2.5. OTROS MATERIALES .....	18
3.2.6. EQUIPOS E INSTRUMENTOS.....	18
3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS .....	20
3.3.1. ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA .....	20
3.3.2. ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS DEL PRODUCTO FINAL .....	21
3.3.3. ANÁLISIS SENSORIAL .....	21

3.3.4.	<b>METODOLOGÍA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA FUNCIONAL</b>	22
3.4.	<b>FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS</b>	28
3.4.1.	<b>HIPÓTESIS</b>	28
3.4.2.	<b>VARIABLES</b>	29
3.5.	<b>PROPUESTA EXPERIMENTAL</b>	29
3.5.1.	<b>DISEÑO EXPERIMENTAL</b>	29
3.5.2.	<b>DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	31
IV.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	32
4.1.	<b>CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA</b>	32
4.1.1.	<b>LACTOSUERO</b>	32
4.1.2.	<b>YACÓN</b>	33
4.1.3.	<b>AGUAYMANTO</b>	35
4.2.	<b>OBTENCIÓN DE LA FORMULACIÓN OPTIMA CON RESPECTO A LA ACEPTABILIDAD</b>	39
4.2.1.	<b>Análisis estadístico de los resultados de la evaluación sensorial</b>	40
4.3.	<b>EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICA Y FUNCIONALES</b>	50
4.3.1.	<b>ANALISIS DE VITAMINA C EN LOS TRATAMIENTOS</b>	52
4.3.2.	<b>ANALISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LOS TRATAMIENTOS</b>	58
4.3.3.	<b>ANALISIS DE PROTEÍNA EN EL TRATAMIENTO OPTIMO</b>	62
V.	<b>CONCLUSIONES</b>	63
VI.	<b>RECOMENDACIONES</b>	64
VII.	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA</b>	65
VIII.	<b>ANEXOS</b>	76

## INDICE DE TABLA

	Pag.
<b>Tabla 1.</b> Clasificación Taxonómica del Yacón. ....	4
<b>Tabla 2.</b> Composición en base a de 100 g de yacón.....	5
<b>Tabla 3.</b> Características de Variedades del Yacón. ....	7
<b>Tabla 4.</b> Clasificación taxonómica del Aguaymanto.....	8
<b>Tabla 5.</b> Composición nutricional del Aguaymanto.....	9
<b>Tabla 6.</b> Comparación Nutricional del Suero Ácido y Dulce.....	12
<b>Tabla 7.</b> Clasificación general de bebidas funcionales.....	15
<b>Tabla 8.</b> Escala hedónica de 5 puntos.....	22
<b>Tabla 9.</b> Niveles de variables independientes en el Diseño Factorial Categórico.....	30
<b>Tabla 10.</b> Valores codificados y reales en el Diseño Factorial Categórico de 32. ....	31
<b>Tabla 11.</b> Diluciones de las formulaciones en agua como Factor A. ....	31
<b>Tabla 12.</b> Formulaciones de las materias primas como Factor B.....	31
<b>Tabla 13.</b> Características fisicoquímicas del Lactosuero. ....	32
<b>Tabla 14.</b> Características Morfológicas del Yacón. ....	33
<b>Tabla 15.</b> Características Fisicoquímicas del Yacón.....	34
<b>Tabla 16.</b> Características Morfológicas del Aguaymanto. ....	35
<b>Tabla 17.</b> Características Fisicoquímicas del Aguaymanto.....	36
<b>Tabla 18.</b> Puntuación para cada tratamiento con respecto a los análisis sensoriales. ...	39
<b>Tabla 19.</b> Análisis de Varianza del atributo "Color" en los tratamientos de bebidas funcionales.....	40
<b>Tabla 20.</b> Análisis de Varianza del atributo "Color" en los tratamientos de bebidas funcionales.....	41
<b>Tabla 21.</b> Análisis de Varianza del atributo "Olor" en los tratamientos de bebidas funcionales.....	43
<b>Tabla 22.</b> Análisis de Varianza del atributo "Olor" en los tratamientos de bebidas funcionales.....	43
<b>Tabla 23.</b> Análisis de Varianza del atributo "Sabor" en los tratamientos de bebidas funcionales.....	45
<b>Tabla 24.</b> Prueba de Tukey HSD en el atributo "Sabor" en los tratamientos de bebidas funcionales.....	45
<b>Tabla 25.</b> Análisis de Varianza del atributo "Aceptabilidad General" en los tratamientos de bebidas funcionales.....	48
<b>Tabla 26.</b> Prueba de Tukey HSD en el atributo "Sabor" en los tratamientos de bebidas funcionales.....	48
<b>Tabla 27.</b> Composición fisicoquímica de los 9 tratamientos evaluados.....	50
<b>Tabla 28.</b> Contenido de Vitamina C en los nueve tratamientos. ....	52

<b>Tabla 29.</b> Análisis de Varianza para la Vitamina C en los tratamientos de bebidas funcionales.....	54
<b>Tabla 30.</b> Prueba de Tukey HSD para el Contenido de Vitamina C en los tratamientos de bebidas funcionales.....	54
<b>Tabla 31.</b> Prueba de Tukey HSD para el Contenido de Vitamina C en los tratamientos de bebidas funcionales.....	55
<b>Tabla 32.</b> Contenido de Capacidad Antioxidante en los nueve tratamientos. ....	58
<b>Tabla 33.</b> Análisis de Varianza de la Capacidad Antioxidante. ....	59
<b>Tabla 34.</b> Prueba de Tukey HSD para el contenido de Capacidad Antioxidante por formulaciones. ....	59
<b>Tabla 35.</b> Prueba de Tukey HSD para el contenido de Capacidad Antioxidante por formulaciones. ....	60
<b>Tabla 36.</b> Evaluación de Contenido de Proteína en el Tratamiento Optimo.....	62

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo de la obtención de lactosuero. ....	24
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo de la extracción de yacón. ....	26
<b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo de la extracción de aguaymanto. ....	27
<b>Figura 4.</b> Diagrama de flujo para la elaboración de la bebida funcional. ....	28
<b>Figura 5.</b> Diagrama del diseño experimental. ....	30
<b>Figura 6.</b> Grafica de Medias de Tukey HSD en el Atributo “Color”. ....	42
<b>Figura 7.</b> Grafica de Medias de Tukey HSD en el Atributo “Olor”. ....	44
<b>Figura 8.</b> Grafica de Medias de Tukey HSD en el Atributo “Sabor”. ....	47
<b>Figura 9.</b> Grafica de Medias de Tukey HSD en el Atributo “Aceptabilidad General”. ....	49
<b>Figura 10.</b> Grafica de los Valores promedios de Contenido de Vitamina C con respecto a las Formulaciones. ....	56
<b>Figura 11.</b> Grafica de los Valores promedios de Contenido de Vitamina C con respecto a las Diluciones. ....	57
<b>Figura 12.</b> Grafica de los Valores promedios de Contenido de Capacidad Antioxidante con respecto a las Formulaciones. ....	60
<b>Figura 13.</b> Grafica de los Valores promedios de Contenido de Capacidad Antioxidante con respecto a las Formulaciones. ....	61
<b>Figura 14.</b> Caracterización morfológica del Lactosuero. ....	76
<b>Figura 15.</b> Forma del cáliz. a) Urceolado b) Semicampanulado. ....	76
<b>Figura 16.</b> Forma de los frutos. a) Ovoide. b) Globosa. c) Elipsoide. ....	77
<b>Figura 17.</b> Frutos y semillas de <i>Physalis peruviana</i> L. a) Cáliz y fruto. b) Fruto con semillas. c) Semillas. ....	77
<b>Figura 18.</b> Forma del cáliz; Urceolado; Semicampanulado. ....	77
<b>Figura 19.</b> Característica morfológica del aguaymanto. ....	78
<b>Figura 20.</b> Característica morfológica del aguaymanto. ....	78
<b>Figura 21.</b> Caracterización morfológica del yacón. ....	78
<b>Figura 22.</b> Titulación con Hidróxido de sodio 0.1N. ....	79
<b>Figura 23.</b> Pesado del yacón. ....	80
<b>Figura 24.</b> Pesado del Aguaymanto. ....	81
<b>Figura 25.</b> Muestras seleccionadas para la determinación de la humedad. ....	81
<b>Figura 26.</b> Muestras ingresando a la Estufa. ....	81
<b>Figura 27.</b> Muestras Pesadas - salidas de la estufa. ....	82
<b>Figura 28.</b> Secado del crisol. ....	83
<b>Figura 29.</b> Pesado del crisol. ....	84
<b>Figura 30.</b> Pesado de la muestra. ....	84

	Pag.
<b>Figura 31.</b> Carbonización de la muestra.....	84
<b>Figura 32.</b> Destrucción de la materia orgánica de la muestra. ....	85
<b>Figura 33.</b> Determinación de pH del Aguaymanto. ....	86
<b>Figura 34.</b> Determinación de pH del Yacón. ....	86
<b>Figura 35.</b> pH-metro para la medición de las muestras.....	87
<b>Figura 36.</b> Determinación de sólidos solubles de las muestras.....	87
<b>Figura 37.</b> Lectura de sólidos solubles de las muestras. ....	87
<b>Figura 38.</b> Equipo para la determinación de Vitamina C.....	88
<b>Figura 39.</b> Lectura de la muestra patrón. ....	89
<b>Figura 40.</b> Filtrado de los extractos y formulaciones.....	89
<b>Figura 41.</b> Muestras filtradas. ....	90
<b>Figura 42.</b> Azul de metileno.....	90
<b>Figura 43.</b> Muestras preparadas para lecturar. ....	91
<b>Figura 44.</b> Muestras llevadas al espectrofotómetro. ....	91
<b>Figura 45.</b> Acopio de (DPPH).....	92
<b>Figura 46.</b> Acopio de Acetona y Metanol.....	92
<b>Figura 47.</b> Pesado de muestras.....	93
<b>Figura 48.</b> Ajuste del pH del Metanol con HCL.....	93
<b>Figura 49.</b> Soluciones de DPPH en Baño María.....	93
<b>Figura 50.</b> Preparación de muestras. ....	94
<b>Figura 51.</b> Lectura de Muestras.....	94
<b>Figura 52.</b> Recepción de la materia prima (Yacón). ....	95
<b>Figura 53.</b> Pesado de la materia prima (Yacón).....	95
<b>Figura 54.</b> Recepción de la materia prima (Aguaymanto).....	96
<b>Figura 55.</b> Pelado de la materia prima (Aguaymanto).....	96
<b>Figura 56.</b> Pesado de la materia prima (Aguaymanto).....	97
<b>Figura 57.</b> Obtención del extracto de Aguaymanto. ....	97
<b>Figura 58.</b> Obtención del extracto de Yacón.....	98
<b>Figura 59.</b> Formulaciones de la bebida funcional.....	98
<b>Figura 60.</b> Evaluación sensorial pro los panelistas semi-entrenados.....	99

## INDICE DE ANEXOS

	Pag.
ANEXO 1. CARACTERIZACIÓN MORFOLOGICA DE LA MATERIA.....	76
ANEXO 2. DETERMINACIÓN DE ACIDÉZ .....	79
ANEXO 3. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD .....	80
ANEXO 4. DETERMINACIÓN DE CENIZAS .....	83
ANEXO 5. DETERMINACIÓN DEL PH.....	86
ANEXO 6. PROCEDIMIENTO DE LA DETERMINACIÓN DE °BRIX.....	87
ANEXO 7. DETERMINACIÓN DE VITAMINA C .....	88
ANEXO 8. DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA BEBIDA	92
ANEXO 9. ELABORACION DE LA BEBIDA FUNCIONAL.....	95
ANEXO 10. EVALUACIÓN SENSORIAL .....	99
ANEXO 11. FICHA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL.....	100
ANEXO 12. ANALISIS DEL CONTENIDO DE PROTEINAS EN LAS MATERIAS PRIMAS	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO 13. ANALISIS DEL CONTENIDO DE PROTEINAS EN LA BEBIDA FUNCIONAL ÓPTIMA.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## RESUMEN

Actualmente, los estudios demuestran que comer cultivos andinos y frutas andinas pueden retrasar algunas enfermedades causadas por malos hábitos de alimentación y el consumo excesivo de comida chatarra. Además, los problemas como diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares afectan a personas de todo el mundo. Por ello, esta investigación se centró como objetivo general la elaboración y evaluación de una bebida refrescante a partir de lactosuero, yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*), elaborándose 9 tratamientos para sus respectivas evaluaciones. En los respectivos análisis fisicoquímicos y funcionales del Lactosuero se obtuvo 0.14% de acidez, 5.2 de pH, 8 °Brix y 0.91% de Proteína. Para el Yacón presentó 0.32% de Ácido Máfico, 6.28 de pH, 12.17 °Brix, 54.60  $\mu\text{mol TE/g}$  en Capacidad Antioxidante y 0.40% de Proteína. Y del Aguaymanto 6.73% de Ácido Cítrico, 3.75 de pH, 16.50 °Brix, 230  $\mu\text{mol TE/g}$  en Capacidad Antioxidante, 24.21 mg/100g en Vitamina C y 1.78% de Proteína.

En la elaboración de la bebida refrescante presentó las formulaciones conformadas por F1:5%:45%:50% (Lactosuero: zumo de yacón: zumo de aguaymanto); F2:7.5%:27.5%:65% (Lactosuero: zumo de yacón: zumo de aguaymanto); y F3:10%:10%:80% (Lactosuero: zumo de yacón: zumo de aguaymanto) con diluciones de 1:0.5; 1:1; 1:1.5. El diseño empleado para esta investigación fue Diseño Completamente al Azar (DCA), con dos factores y tres niveles  $3^2$ , generando 9 tratamientos. Así mismo, para la evaluación del análisis de varianza se utilizó el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XV.II. Teniendo como bebida óptima el Tratamiento 3 (10% Lactosuero:10% Yacón: 80% Aguaymanto con dilución de 1:0.5), el cual presentó los valores en los análisis fisicoquímicos de Brix 12.50; pH 4.476; Acidez 1.90%. Y para los análisis funcionales se obtuvo los valores en Vitamina C de 50.100 mgAO/100ml; en Capacidad Antioxidante de 345  $\mu\text{mol ET/100 ml}$ ; y finalmente en Proteína 1.13%.

En cuanto a su atributo sensorial evaluado por 30 panelistas semi-entrenados, indicó que el Tratamiento 3 fue el que más presentó aceptación con respecto a los demás tratamientos evaluados.

**Palabras clave:** Bebida funcional, Capacidad Antioxidante, Vitamina C, Lactosuero.

## **ABSTRAC**

Currently, studies show that eating Andean crops and Andean fruits can delay some diseases caused by bad eating habits and excessive consumption of junk food. In addition, problems such as diabetes, obesity and cardiovascular diseases affect people all over the world. Therefore, the general objective of this research was the elaboration and evaluation of a refreshing drink from whey, yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and aguaymanto (*Physalis peruviana*), elaborating 9 treatments for their respective evaluations. In the respective physicochemical and functional analyses of the whey, 0.14% acidity, 5.2 pH, 8 ° Brix and 0.91% protein were obtained. Yacon presented 0.32% malic acid, 6.28 pH, 12.17 °Brix, 54.60 µmol TE/g in antioxidant capacity and 0.40% protein. And of the Aguaymanto 6.73% of Citric Acid, 3.75 of pH, 16.50 °Brix, 230 µmol TE/g in Antioxidant Capacity, 24.21 mg/100g of Vitamin C and 1.78% of Protein.

In the elaboration of the refreshing beverage, it presented the formulations formed by F1:5%:45%:50% (whey: yacon juice: aguaymanto juice); F2:7.5%:27.5%:65% (Whey: yacon juice: aguaymanto juice); and F3:10%:10%:80% (Whey: yacon juice: aguaymanto juice) with dilutions of 1:0.5; 1:1; 1:1.5. The design used for this research was a Completely Randomized Design (CRD), with two factors and three levels 32, generating 9 treatments. Likewise, for the evaluation of the analysis of variance, the statistical program STATGRAPHICS Centurión XV.II was used. The optimal beverage was Treatment 3 (10% Whey: 10% Yacon: 80% Aguaymanto with a dilution of 1:0.5), which presented values in the physicochemical analysis of Brix 12.50; pH 4.476; Acidity 1.90%. And for the functional analysis values were obtained in Vitamin C of 50.100 mgAO/100ml; in Antioxidant Capacity of 345 µmol ET/100 ml; and finally in Protein 1.13%.

As for its sensory attribute evaluated by 30 semi-trained panelists, it indicated that Treatment 3 was the one that presented more acceptance with respect to the other treatments evaluated.

**Key words:** Functional beverage, Antioxidant capacity, Vitamin C, Whey.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, problemas como obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares afectan a personas de todo el mundo. Estos problemas de salud, combinados con una población cada vez más envejecida, están obligando a los consumidores a adoptar estilos de vida más saludables. El cambio de paradigma observado por los ciudadanos respecto al consumo de alimentos y bebidas muestra claramente los cambios que se han producido en la sociedad. En el mercado de las bebidas, las bebidas funcionales representan actualmente solo el 15%, mientras que las bebidas carbonatadas siguen ocupando una posición de liderazgo en este sector. Sin embargo, en estos últimos años, las bebidas funcionales han cobrado más importancia que el consumo tradicional **(Jimenez, 2017)**.

La relevancia de reemplazar este tipo de bebida en el sector alimenticio radica en la intolerancia a la lactosa, un inconveniente que afecta a más del 70% de las personas. Aquellos con esta condición presentan niveles reducidos de lactasa, una enzima esencial para la digestión. Las investigaciones indican que el consumo de lácteos fermentados con probióticos podría aliviar los síntomas asociados a esta intolerancia **(Nastar, 2022)**.

Debido a esto, las bebidas refrescantes podrían jugar un rol clave en el bienestar y la prevención de afecciones. Se reconocen como una vía significativa para complementar los nutrientes, especialmente aquellos con componentes como fibra soluble o extractos herbales. Incorporar ingredientes funcionales en bebidas ofrece a los consumidores una opción práctica y accesible para cubrir necesidades de salud particulares **(Chiroque et al., 2019)**.

El procesamiento de frutas representa una gran oportunidad para aumentar el valor y expandir las posibilidades comerciales, no solo por las diversas presentaciones que se pueden obtener, sino también porque no existen limitaciones fitosanitarias para este tipo de productos.

La competencia en el sector de bebidas nos impulsa a explorar nuevos métodos industriales, mejorar la eficiencia y garantizar una alta calidad

técnica al ingresar al mercado, lo cual debe ir acompañado de un adecuado manejo de las materias primas y la viabilidad de las tecnologías de producción emergentes, asegurando al mismo tiempo la calidad nutricional y funcional. Este análisis se centra en la industria de bebidas, en particular en los procesadores de materias primas a quienes agregan valor, con el fin de ofrecer alternativas innovadoras mediante la creación de productos ricos en antioxidantes. Estos productos pueden disminuir los riesgos asociados con los radicales libres generados por la oxidación metabólica, además de tener un impacto positivo tanto en el medio ambiente como en la salud de los consumidores.

El objetivo general del presente trabajo fue, obtener y evaluar una bebida refrescante a partir de lactosuero, yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) y aguaymanto (*Physalis Peruviana*). Así mismo, se han propuesto objetivos específicos que incluyen determinar las características fisicoquímicas y funcional del lactosuero, yacón y aguaymanto que se emplearon en la formulación de la bebida refrescante; determinar la mejor formulación en base a su mayor aceptabilidad; determinar la composición fisicoquímica y funcional de las diferentes formulaciones; y finalmente evaluar el contenido de proteínas de la mejor formulación.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*)

Es un tubérculo procedente de la región andina de Sur América, el cual integra la familia Asteraceae. Esta hierba alcanza su madurez en un tiempo de 6 a 12 meses (Cao et al., 2018). La planta de yacón contiene aproximadamente unas 20 unidades y cada una de sus raíces pesa 500g. Las raíces de este tubérculo por lo general son blancas, moradas o marrones, tienen unos 20 cm de largo y 10 de grosor en diferentes formas y tamaños, por lo regular estas raíces se pueden consumir en ensaladas, jugos, almibares harinas, entre otros. (De Andrade et al., 2014; Ojansivu et al., 2011; Simanca-Sotelo et al., 2021a).

Los compuestos bioactivos presentes en esta fruta en su mayoría están ubicados en sus hojas, pero en cantidades significativas, estas se emplean para tratar trastornos relacionados con niveles altos de glucosa en sangre (Myint et al., 2019; Simanca-Sotelo et al., 2021b).

#### 2.1.1. Descripción taxonómica

Este tubérculo es una especie de la familia *Asteraceae*, también conocida como *Asteraceae*. Su nombre científico es *Smallanthus Sonchifolius*.

En la tabla 1 se menciona la clasificación taxonómica del yacón.

**Tabla 1.** *Clasificación Taxonómica del Yacón.*

<b>CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL YACÓN</b>	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Subfamilia	Asteroideae
Tribu	Millerieae
Género	Smallanthus
N-C	S. Sonchifolius (Poepp & Endl) H. Robinson
Sinonimia	Polyumnia Sonchifolius Poepp & Endl

Fuente: (Minchola et.al, 2022).

Por otro lado, el yacón se considera un alimento funcional el cual a lo largo de los años se ha posicionado en los mercados, gracias a sus propiedades químicas, funcionales y nutricionales presentes en su composición. El contenido FOS (fructooligosacáridos) que presenta el yacón puede alcanzar entre 40 -70% de la materia seca, la inulina presente en el FOS puede alcanzar un 20%. Estas características convierten a este alimento en un producto para persona con diabetes, sustituyendo al azúcar, obteniendo así productos bajos en calorías (Simanca-Sotelo et al., 2021b).

### **2.1.2. Composición Química**

La mayor parte del contenido de componentes bioactivos presentes en la planta de yacón, también se encuentra en las hojas y tubérculo, presentando en grandes concentraciones compuestos polifenólicos, fibra dietética soluble FOS los cuales son beneficiosos para la salud. Los componentes químicos del Yacón son variados, estos se han hallado en diferentes partes de la planta. En la estructura de la planta de yacón generalmente se concentran proteínas,

lípidos, fibras, carbohidratos y agua en gran medida (**Minchola-Castañeda et al., 2022**).

A continuación, se muestra la composición química del yacón en base a 100g.

**Tabla 2.** *Composición en base a de 100 g de yacón.*

<b>Componente</b>	<b>Contenido</b>
Energía (Kcal)	54
Agua (g)	86.60
Proteína (g)	0.50
Grasa (g)	0.11
Carbohidratos (g)	10.50
Fibra (g)	2.09
Fósforo (g)	21
Calcio (mg)	23
Potasio (mg)	171.2
Hierro (mg)	0.3
Riboflavina (mg)	0.11
Niacina (mg)	0.34

Fuente. (**Cao et al., 2018**).

### **2.1.3. Propiedades Funcionales**

El contenido de fibra dietética soluble FOS y la inulina presente en el yacón lo hace un alimento prebiótico esto gracias a su baja digestibilidad gastrointestinal y al aumento de bacterias saludables en el intestino grueso como *Biofidobacteri* y *Lactobacilli* los cuales impiden el crecimiento de patógenos (**Sant’Anna et al., 2018**). Gracias a la estructura fitoquímica del yacón, este presenta capacidad antioxidante teniendo como principales ácidos responsables al ácido clorogénico, cafeico, y ferúlico (**Arnao et al., 2011**).

La raíz de yacón presenta propiedades hipoglucémicas, las cuales disminuyen los niveles de glucosa presentes en la sangre (**Dos Santos et al., 2017**).

#### **2.1.4. Beneficios para la salud**

Esta fruta se caracteriza por almacenar principalmente fructooligosacáridos (FOS), un tipo de azúcar con grandes beneficios para el bienestar humano. Dado que el cuerpo no posee las enzimas requeridas para metabolizar los FOS, no puede digerirlos de manera directa. Esto convierte al FOS en un azúcar con bajo contenido calórico, sin afectar los niveles de glucosa. Estas características han hecho de esta fruta un elemento valioso en el mercado de alimentos saludables, especialmente para personas diabéticas **(Soto, 2022)**.

De igual manera, *Smallanthus Sonchifolius* es conocido como la "raíz de oro" debido a sus propiedades para prevenir el cáncer de colon, colaborar en la reducción del colesterol, retardar el envejecimiento, favorecer la pérdida de peso, aumentar los niveles de hemoglobina y promover la salud del sistema óseo **(Minagri, 2020)**.

La mayoría de los hidratos de carbono de rápida asimilación son absorbidos por el cuerpo como glucosa. Sin embargo, los FOS actúan de manera similar a la fibra dietética, ya que no son descompuestos por las enzimas digestivas humanas y se fermentan en el colon, produciendo ácidos grasos de cadena corta como acetato, propionato y butirato. Por esta razón, la ingesta de FOS ofrece ventajas similares a la fibra para personas con diabetes, sin incrementar los niveles de glucosa presente en la sangre **(Andrade, 2024)**.

En Bolivia, se producen diversos artículos a base de yacón, siendo las cápsulas el más popular. La compañía Ahany ofrece cápsulas que se comercializan en mercados naturopáticos, además de bebidas de yacón adicionado con sábila, así como un sirope con varias plantas medicinales. Aunque los productos de la empresa han encontrado aceptación entre quienes buscan alternativas naturales, aún no existen versiones en forma de snacks, cereales, bebidas exclusivamente de este fruto, y la distribución de sus productos sigue siendo limitada.

Una de las prácticas comunes es dejar el yacón al sol antes de comerlo, este proceso intensifica el sabor dulce del tubérculo envolviéndolo más placentero al concertar más azúcares y reduce la cantidad de oligosacáridos en la fruta **(Cabrera y Ruiz, 2019)**.

### 2.1.5. Variedades

En diversos estudios sobre el yacón, algunos describen la variedad, mientras que otros mencionan sólo el color de la pulpa (**Rueda y Trinidad, 2020**).

**Huycho et al., (2016)** identificaron tres variedades de yacón durante la siembra y visitas domiciliarias en las comunidades de estudio: morado o culli, amarillo y blanco.

En Perú, se identifican alrededor de 12 variedades de yacón. La mayor diversidad se localiza en las regiones céntricas y al norte. No obstante, según su clasificación y los nombres utilizados por los agricultores, hay cuatro variedades que tienen una mayor extensión en su cultivo y distribución.

En la siguiente tabla se muestran las características de la variedad yacón.

**Tabla 3.** *Características de Variedades del Yacón.*

<b>Variedad Amarilla</b>	<b>Variedad Blanca</b>
Nombre Quecha: Kello Llacón	Nombre Quecha: Yurac Llacón
Tipo de crecimiento: Erecto	Tipo de crecimiento: Erecto
Nº de tallos: 3 a 6 tallos/planta	Nº de tallos: 3 a 5 tallos/planta
Color de hojas: Verde Oscuro	Color de hojas: Verde Claro
Color de flor: Amarillo oscuro	Color de flor: Amarillo
Periodo vegetativo: 250-260 días	Periodo vegetativo: 260-280 días
Rendimiento: entre 2 a 3 kg/planta	Rendimiento: 0.9 a 2.1 kg/planta
Tuberización: Temprano	Tuberización: Intermedia
<b>Características de la Raíz Comestible</b>	
Forma: Fusiforme	Forma: Semi-esferica oblonga
Nº de rafees: 16 a 20 raíces/planta	Nº de rafees: 7 a 10 raíces/planta
Color de la piel: Amarillo	Color de la piel: Crema
Tipo de piel: Liso	Tipo de piel: Ligeramente liso
Color de la pulpa: Amarillo anaranjado	Color de la pulpa: Blanco crema
Palatabilidad: Ligeramente dulce.	Palatabilidad: Ligeramente dulce.

Fuente: **Mindani (2008)**.

## 2.2.AGUAYMANTO (*Physalis peruviana*)

La planta de aguaymanto es un arbusto que se cultiva en los Andes americanos desde hace décadas. Es una herbácea perenne erecta en los trópicos y no se encuentra en regiones templadas. Son capaces de alcanzar llegar a medir entre 60 a 90 centímetros de altura, pero también ha alcanzado los 180 centímetros. El color de sus ramas puede llegar a ser purpuras. La estructura de sus hojas es en forma de corazón es alternas, llegando a medir entre 0.06 a 0.15 metros y 0.04 a 0.10 metros; de largo y ancho respectivamente. Se distingue por sus flores de color amarillas con estructura de campana y una corola en forma de campana de color marrón purpura. El fruto es una baya de color amarillo anaranjado, esférica de 1.5 a 2cm de diámetro, con un peculiar sabor agridulce, protegida por un cáliz de papel no comestible (MINAGRI, 2019).

### 2.2.1. Descripción taxonómica

Aguaymanto es originario de los Andes peruanos, donde crece en condiciones óptimas entre los 1 800 y 2 800 m.s.n.m. También se le conoce como capulí, tomatillo, uvilla, uchuva y goldenberry (Contreras & Purisaca, 2018).

**Tabla 4.** Clasificación taxonómica del Aguaymanto.

<b>Características Taxonómicas del Aguaymanto</b>	
Reino	: Plantae
Division	: Embriophyta
Sub-Division	: Angiospermas
Clase	: Dicotyledoneae
Sub-Clase	: Methamydeae
Orden	: Tubiflorales
Familia	: Salanacea
Género	: Physalis
Nombre científico	: Physalis peruviana
Nombre común	: Aguaymanto, capulí

Fuente. (Contreras, 2019).

### 2.2.2. Composición Nutricional

El *physalis peruavia* es reconocido por tener un excelente contenido de vitamina A, minerales, vitaminas del complejo B y vitamina C. Así mismo posee un 20% de SS, principalmente azúcares, y su alta concentración de fructosa la convierte en una opción beneficiosa para personas con diabetes. Además, su elevado nivel de P y fibra favorecen la acción de la pectina como controlador del sistema digestivo (Flores et al., 2018a).

**Tabla 5.** Composición nutricional del Aguaymanto.

Componentes	En 100g de Aguaymanto	Calorías diarias (dieta de 2000)
Humedad(g)	78.90	-
Carbohidratos(g)	16.00	300g
Ceniza(g)	1.01	-
Fibra (mg)	4.90	25g
Grasa Total (mg)	0.16	66g
Proteína (mg)	0.05	-
Ácido ascórbico (mg)	43.00	60mg
Calcio (mg)	8.00	162mg
Caroteno (mg)	1.61	5000IU
Fosforo (mg)	55.30	125mg
Hierro (mg)	1.23	18mg
Niacina (mg)	1.73	20mg

Fuente: (Flores et al., 2018b).

### 2.2.3. Propiedades Funcionales

El aguaymanto es una planta rica en vitamina A (1460 mg/100 g), proteínas (1900 mg/100 g), lípidos (0.5 g/100 g) y minerales (55.41 mg/100 g). Se destaca también por su elevado contenido de fitoquímicos bioactivos y ácido ascórbico (vitamina C) (43.00 mg/100 g), lo que le otorga propiedades antioxidantes, ayudando a contrarrestar los efectos negativos de los radicales

libres. Su creciente presencia en las industrias alimentaria y farmacéutica resalta la importancia de promover su consumo, evidenciando sus beneficios para la salud humana. Entre sus propiedades medicinales se incluyen potentes actividades antiinflamatorias, antihepatotóxicas, antihepatocarcinogénicas, antisépticas e inmunosupresoras, las cuales son útiles en el tratamiento de diversas patologías, como cáncer, diabetes, malaria, asma, hepatitis y dermatitis.

**(Tacanga, 2015).**

#### **2.2.4. Beneficios para la salud**

El aguaymanto es un fruto que en su composición posee pectina, la cual se puede emplear en la regulación intestinal. Así mismo brinda compuestos activos los cuales disminuyen el riesgo de padecer enfermedades crónicas siendo una ella el Alzheimer, enfermedades cardiovasculares y el temido cáncer **(Alfaro, 2019)**. Se ha reportado en varios estudios que la ingesta diaria de 25g de aguaymanto produce un efecto hipoglicemiante positivo pasado los 90 minutos de la sobrecarga de glucosa a diferencia de los que no consumen este fruto **(Corrales-Melgar, 2020)**.

Con respecto a su capacidad antioxidante solo del 23 al 34 % se mantiene en el tracto gastrointestinal después de haber sido consumido y entre el 42 al 53 % de la composición fenólica permanece después de ser absorbido, estudios realizados indican que los radicales libres pueden combatir distintas patologías **(Guiné et al., 2020)**.

### **2.3.SUERO DE LECHE**

El lactosuero o suero de leche es un líquido obtenido en el proceso de elaboración del queso, contiene elementos que no están incluidos en la coagulación de la caseína. Contiene muchos nutrientes **(Brito et al., 2015)**. Sin embargo, una pequeña parte se utiliza para alimentación animal y el resto se desecha.

El suero de queso se genera a partir de la coagulación de la caseína en el proceso de la fabricación del queso, representando su volumen entre el 85% y el 95% total de la leche. Este líquido conserva alrededor del 55% de los beneficios de la leche y contiene la mayor cantidad de lactosa, alcanzando un 4.55% en peso/volumen.

Existen diversas variedades de suero lácteo, clasificadas según el proceso de eliminación de la caseína. La primera es conocida como suero dulce, ya que se obtiene al coagular la caseína mediante renina a un pH de 6.5. La otra es llamada suero ácido, que se produce a través de la fermentación o mediante la adición de ácidos orgánicos o minerales para coagular la caseína, como sucede en la elaboración de queso fresco (**Muñoz Rojas & Vega Viera, 2018**).

La composición del lactosuero de leche constituye aproximadamente el 90% del volumen de la leche y está principalmente compuesta por los compuestos solubles en agua, 95% lactosa (azúcar de leche), 25% proteína y 8% grasa. Esta composición varía según el origen de la leche y el tipo de queso del que se elabora, pero generalmente es aproximadamente el 93.1% agua, 4.9% lactosa, 0.9% proteína bruta, 0.6% cenizas (minerales), 0.3% grasa, 0.2% de ácido láctico y vitaminas hidrosolubles. Alrededor del 70% de la proteína cruda en el suero tiene un valor nutricional más alto que la caseína (**Brito et al., 2015**).

El líquido lácteo es un excelente medio en el cual la lactosa funciona como la fuente principal de azúcar, la cual puede transformarse en glucosa y galactosa. Además, en la primera etapa de la conversión, puede convertirse en ácido láctico, y los productos derivados pueden utilizarse como fuentes de energía en un proceso posterior de fermentación (**Bedoya, 2016**).

### **2.3.1. Tipos de Suero de Leche**

La estructura del suero varía según el tipo de queso, el método de producción empleado, el tratamiento que recibe el suero, el estado físico del animal y la estructura química de la leche de origen. (**López, 2015**). Dependiendo de

cómo se separa la caseína, la proteína principal de la leche, se obtiene un suero lácteo ácido y dulce.

El lactosuero ácido se obtiene mediante transformación microbiana y la extracción industrial de caseína, utilizando acidificación directa con la adición de acidulantes. Este proceso se emplea en la producción de quesos frescos de coagulación ácida, como el quark o el cottage (**Brito et al., 2015**). Además, este suero presenta un  $\text{pH} \leq 5.1$  y su concentración de lactosa disminuye a medida que se transforma en ácido láctico. Pese a esto, tiene altos contenido de minerales, especialmente calcio (**López, 2015**).

El suero dulce se obtiene coagulando enzimáticamente la caseína en la producción de la mayoría de los quesos, por ejemplo, Cheddar, Gouda, Swiss, Mozzarella. Este tipo de suero es el más utilizado y generalmente tiene un pH más alto ( $\geq 5.6$ ) y un mayor contenido en lactosa (**Perez et al., 2016**).

**Tabla 6.** Comparación Nutricional del Suero Ácido y Dulce.

Componentes	Suero Ácido			Suero Dulce		
	López, 2017	Rincon-Garcia et al., 2020	Zanin et al., 2022	López, 2017	Rodríguez et al., 2020	Cortez et al., 2022
pH	4.60	4.50	4.78	6.20	6.55	6.60
Extracto seco %	6.40	6.00	5.40	6.61	6.51	5.70
Lactosa %	4.20	8.30	5.10	4.71	4.68	4.50
Proteína %	0.50	1.50	1.25	0.77	0.76	0.80
Grasa (g/l)	0.04	0.08	N	0.51	0.49	0.20
Calcio (g/l)	1.35	*	0.05	0.35	0.25	*

\* valor no encontrado; N: valor no evaluado.

### 2.3.2. Aplicación del Suero de Leche

Un estudio ejecutado recopilado por (**Nastar, 2022**), encontró que este subproducto contiene nutrientes elevados, los cuales se pueden utilizar para elaborar diversos elementos, lo cual ha recibido un considerable esfuerzo y tecnología a nivel de investigación a nivel mundial, en especial de la industria alimentaria.

Las bebidas fermentadas con el empleo de bacterias ácidos lácticos generalmente se producen utilizando cultivos de leche animal, vegetal o de frutas, según el tipo de microorganismos fermentadores o el producto que se desea producir, en diversas naciones se combinan levaduras con extractos frutales u otros ingredientes para crear bebidas con notables beneficios probióticos. **(Bazán Tantaleán, 2020).**

### **2.3.3. Beneficios del Lactosuero**

El suero se obtiene separando la masa láctea durante el proceso de elaboración del queso y suele ser desechado, provocando pérdidas económicas y contaminación ambiental. En la industria quesera aprox. Entre el 85 y el 95 % del total de la leche utilizada se encuentra en forma de suero. De hecho, el 55% del total de los componentes de la leche permanecen en el suero, como la lactosa, las proteínas solubles, los lípidos y las sales minerales. Las sustancias del suero pueden prevenir enfermedades cardiovasculares, trastornos metabólicos, reducir los niveles de triglicéridos y mejorar la tolerancia a la absorción de glucosa.

El uso de suero brinda la oportunidad de reducir la contaminación ambiental y aprovechar los beneficios nutricionales y funcionales de diversos productos; por lo que es una alternativa viable para el desarrollo de granos. El suero se puede utilizar como materia prima para añadir otros compuestos como betaglucanos, polifenoles, vitaminas y minerales para aumentar los beneficios en la prevención de enfermedades no infecciosas **(Aguilar et al., 2021).**

## **2.4.BEBIDA FUNCIONAL**

En la actualidad, hay una demanda en aumento de productos funcionales, particularmente aquellos que incluyen microorganismos probióticos (como bacterias y levaduras) que aportan beneficios tanto a seres humanos como animales. Ejemplos de estos son los productos lácteos, que son los principales vehículos de probióticos, como el yogurt y otros artículos biológicos **(Bazán Tantaleán, 2020).**

### **2.4.1. Definición**

Las bebidas funcionales son aquellas que en su composición no posee alcohol, además contienen ingredientes naturales, estos ayudan disminuir las posibilidades de contraer enfermedades, mejorando así la calidad de vida y salud del consumidor final (**Vera, 2023**).

Además, proporcionan beneficios medicinales, fuera de los nutrientes básicos que ya poseen, brindando hidratación y una buena alimentación, es por ello que hoy en día los consumidores prefieren llevar una vida saludable (**Fernández, 2018**).

### **2.4.2. Clasificación**

**La Norma Técnica Peruana NTP 203.110:2019** establece ciertas directrices con respecto a la clasificación y características de las bebidas funcionales en el Perú.

Las bebidas funcionales generalmente se clasifican según sus funciones de la siguiente manera:

**Tabla 7. Clasificación general de bebidas funcionales.**

<b>PROPIEDADES FUNCIONALES</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
<b>Control de pesos o apropiadas para personas diabéticas.</b>	Consisten en azúcar o edulcorantes artificiales (refrescos). Contienen polisacáridos que reducen el índice glucémico.
<b>Naturales/ Orgánicas</b>	Están elaborados a partir de vegetales cultivados sin pesticidas ni fertilizantes artificiales y se procesan sin conservantes ni aditivos químicos, aunque pueden contener aditivos naturales.
<b>Energizantes/ Revitalizantes</b>	Estimulan el sistema nervioso simpático. Añade cafeína u otro alcaloide estimulante. Puedes agregar ginseng.
<b>Reductoras de colesterol</b>	Agregue etanol o sus ésteres de esterole vegetales.
<b>Relajantes</b>	Elaborado a partir de plantas que contienen una baja concentración de opio. Proporcionan energía y tienen un alto índice glucémico. Incorporado con proteínas vegetales o animales
<b>Hidrantes/ Reconstituyentes</b>	hidrolizadas, carbohidratos, vitaminas y minerales. Son diseñados para diversos grupos: niños, ancianos, mujeres, deportistas, etc.
<b>Cultivadas de ulceras</b>	Se emplean extractos de sábila y nopal. Ofrecen gomas y otros químicos con propiedades antiinflamatorias, regeneradoras, antibióticas y que aceleran metabolismo lipídico.
<b>Mitigantes del envejecimiento</b>	Se incorporan ácidos grasos omega-3, omega-6 o compuestos fenólicos como antioxidantes.
<b>Simbióticas</b>	Contienen una o más especies de bacterias del ácido láctico o actinomicetos que son de naturaleza prebiótica y también contienen oligosacáridos que actúan como prebióticos y <u>biofibras</u> .

Fuente: (Contreras & Purisaca, 2018).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1.LUGAR DE EJECUCIÓN**

El trabajo de investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa, siendo los mencionados a continuación:

- Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial (IITA)
- Laboratorio de Operaciones Unitarias
- Laboratorio de Composición y Análisis de Productos Agroindustriales
- Laboratorio de Postcosecha
- Laboratorio de Análisis de Materias Primas

#### **3.2.MATERIALES E INSTRUMENTOS**

##### **3.2.1. MATERIA PRIMA**

Para la elaboración de la bebida funcional, se emplearon 3 tipos de materias primas, obtenidos del Mercado “La Perla”– Chimbote:

- Se compró 10 Kg de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*), de la variedad blanco, producida en la zona de Huaraz, con el aspecto de fisiológicamente maduros y preseleccionadas según los siguientes requisitos: enteros, con su color característico, libres de podredumbre, cuerpos extraños, plagas y daños ocasionados por las mismas, con firmeza, para su posterior procesamiento.
- Se compró 15 Kg de Aguaymanto (*Physalis peruviana*) producida en la zona de Huaraz, con la presencia de corolas de color marrón, la baya de color naranja-amarillo, fisiológicamente maduros, libres de podredumbre, cuerpos extraños, plagas y daños ocasionados por las mismas, con firmeza, para su posterior procesamiento.
- Se compró 12 L de Leche de vaca en el Mercado Buenos Aires – Nuevo Chimbote, en buen estado de frescura y presencia de nata.

### **3.2.2. INSUMOS**

- Stevia. Marca: Helty – Pote 150gr
- Ácido Cítrico. Marca: Merck
- Cuajo. Marca: Marshall

### **3.2.3. REACTIVOS**

- Fenolftaleína 1%. Marca: Sigma – Aldrich
- Ácido gálico para análisis (100gr). Marca: Sigma - Aldrich
- Carbonato de sodio (500gr). Marca: Chemilab
- Cloruro de calcio. Marca: Sigma – Aldrich
- Floin-Ciocalteu (500ml). Marca: Supelco
- DPPH (2,2 difenil – 1, picrilhidracilo) (1gr). Marca: Sigma - Aldrich
- Trolox (6 – hydroxy – 2,5,7,8 – tetramethylechroman – 2- carboxylic acid) (1gr). Marca: Merck
- Ácido oxálico. Marca: Sigma - Aldrich
- Ácido ascórbico. Marca: Sigma - Aldrich
- Colorante 2-6-diclorofenol indofenol. Colorante 2-6-diclorofenol indofenol
- Hidroxido de sodio 0.1 N (1000g)

### **3.2.4. MATERIALES DE LABORATORIO**

- 5 vasos de precipitación 50ml
- 10 Fiolas 10ml y 50ml
- 1 Matraz
- 1 Termómetro
- 1 Balanza
- 5 Micropipeta de 1 ml
- 5 Pipetas 20ml
- 10 Tubos de ensayo 10ml
- 27 Puntas de micropipeta 10 microlitros
- Papel filtro 125 mm. Marca: Whatman
- 2 Probetas de 50 ml
- 10 Tubos de centrifuga 50ml
- 3 Crisoles

- 1 Varilla de agitación
- 1 Gradillas de tubos de ensayo
- 1 Pinza metálica
- Agua destilada

### **3.2.5. OTROS MATERIALES**

- Tabla de picar de madera
- Agua mineral de 20 litros
- 20 Bolsas de hermética de baja densidad. Marca: Bell's
- Botellas de vidrio de 350ml
- Cocina eléctrica. Marca: Imaco
- Cucharones de acero inoxidable
- Jarra medidora 1000ml
- Cuchara inoxidable
- Papel aluminio. Marca: SuperMax
- Olla inoxidable 5lit
- Cuchillo inoxidable
- Embudos 6.70cm x 0.60cm. Marca: Rey
- Colador de metal 20cm
- Gasa 20metros x 20cm. Marca: Medical
- Ligas estándar N°18. Marca: Alleanza

### **3.2.6. EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

- Equipo: Espectrofotómetro UV – Visible  
Marca: Unico  
Modelo: 2800UV/VIS  
País: EE.UU.
- Equipo: Balanza Analítica  
Marca: PRECISA GRAVIMETRICS A G  
Modelo: XB 2200C  
País: Suiza
- Equipo: Estufa tipo R-30  
Marca: Memmert

- País: Alemania
- Equipo: Agitador magnético  
Marca: Vortex V1 plus BOECCO  
País: Alemania
  - Equipo: Shaker.  
Marca: SARTORIUS STEDIM  
País: Alemania
  - Equipo: Titulador
  - Equipo: Centrifuga  
Marca: Sigma  
Modelo: 4 – 16KS  
País: Alemania
  - Equipo: pH-metro multiparámetro  
Marca: THERMO SCIENTIFIC  
Modelo: ORION STAR A211  
País: EE.UU.
  - Equipo: Mufla  
Marca: Termolyne Sybron  
Modelo: N° FB1310 M – 26 USA  
País: EE.UU.
  - Equipo: Refractómetro digital  
Marca: ATC  
Rango: 0-85°Brix  
País: EE.UU.
  - Equipo: Refrigeradora  
Marca: LG.  
País: Corea
  - Equipo: Lavador ultrasonido  
Marca: Cole – Parmer 8892  
País: EE.UU.
  - Equipo: Molino general  
Marca: Ika – werke M20 5000  
País: Alemania

- Equipo: Multimodal
- Equipo: Medidor de humedad  
Marca: Excellence de METTLER TOLEDO  
País: Suiza
- Equipo: Licuadora  
Marca: Ostter.  
País: China
- Equipo: Tamizadora malla 3mm  
País: Alemania

### **3.3.MÉTODOS DE ANÁLISIS**

#### **3.3.1. ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA**

##### **a. Determinación de pH**

Se siguió el método AOAC 981.12 – ISO 11289:1993 - Método Potenciométrico.

##### **b. Determinación de Grados Brix (Sólidos Solubles)**

Se siguió el método AOAC 932.12 – ISO 2173:1978 - Método Refractómetro.

##### **c. Determinación de Acidez**

Se siguió el método AOAC 942.15 (2002) - Método Titulometría.

##### **d. Determinación de Humedad**

Se siguió el método AOAC 934.06.

##### **e. Determinación de Cenizas**

Se siguió el método AOAC 7009 (1984).

#### **f. Determinación de Vitamina C**

Se siguió el método 2,6 Diclorofenolindofenol por espectrofotometría UV-Visible.

### **3.3.2. ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS DEL PRODUCTO FINAL**

#### **A) Determinación de pH**

Se siguió el método AOAC 981.12 – ISO 11289:1993 - Método Potenciométrico.

#### **B) Determinación de Grados Brix (Sólidos Solubles)**

Se siguió el método AOAC 932.12 – ISO 2173:1978 - Método Refractómetro.

#### **C) Determinación de Acidez**

Se siguió el método AOAC 942.15 (2002) - Método Titulometría.

#### **D) Determinación de Humedad**

Se siguió el método AOAC 934.06.

#### **E) Determinación de Cenizas**

Se siguió el método AOAC 7009 (1984).

#### **F) Determinación de Vitamina C**

Se siguió el método 2,6 Diclorofenolindofenol por espectrofotometría UV-Visible.

### **3.3.3. ANÁLISIS SENSORIAL**

Se utiliza este método porque es una disciplina útil para comprender las propiedades organolépticas de los alimentos. Este análisis es una herramienta eficaz para un control de calidad y aceptabilidad de los alimentos, puesto que este producto elaborado debe cumplir con los requisitos mínimos de higiene, seguridad y calidad para ser aceptado por los consumidores.

En 1975, el Institute of Food Technologists (IFT), precisó la evaluación sensorial como la disciplina científica utilizada para producir, analizar, interpretar y medir las respuestas características de la vista, olfato, tacto, audición y gusto de los alimentos y materiales.

Las evaluaciones sensoriales fueron realizadas en las condiciones apropiadas en las instalaciones de la Planta Piloto Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa, por 30 panelistas entre 18 y 26 años semi-entrenados de la UNS.

El objetivo del análisis fue calcular la diferencia entre los X tratamiento con un nivel de significancia del 95% ( $p < 0.05$ ). Estas pruebas diferenciales, en la ciencia de los alimentos se utilizan para determinar diferencias sensoriales que pueden ocurrir como resultado de cambios físicos y químicos en las muestras con tratamientos diferentes. Por ello, las evaluaciones midieron la satisfacción a través de pruebas.

Para la realización de esta prueba con los 30 panelistas se utilizó una escala hedónica de 5 puntos que iba desde “No me gusta mucho” hasta “Me gusta mucho”. En donde los atributos evaluados para las bebidas fueron olor, color, sabor y aceptabilidad general.

**Tabla 8.** Escala hedónica de 5 puntos.

---

1	Me disgustas mucho
2	Me disgusta
3	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

---

### **3.3.4. METODOLOGÍA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA REFRESCANTE**

#### **A) Obtención del Lactosuero**

**Recepción:** La leche se obtuvo del mercado Buenos Aires – Nuevo Chimbote

**Pasteurización:** Se pasteurizó la leche hasta que este alcance una temperatura de 72°C.

**Acondicionamiento:** La leche pasteurizada se sometió a un shock térmico hasta que se temperatura descienda a 35°C.

**Adición:** Se adicionó el cloruro de calcio a la leche ya acondicionada.

**Reposo:** Se dejó reposar por un tiempo de 5 min.

**Adición:** Se adicionó el cuajo a la leche.

**Coagulación:** Se dejó coagular por un tiempo de 45 a 60 min.

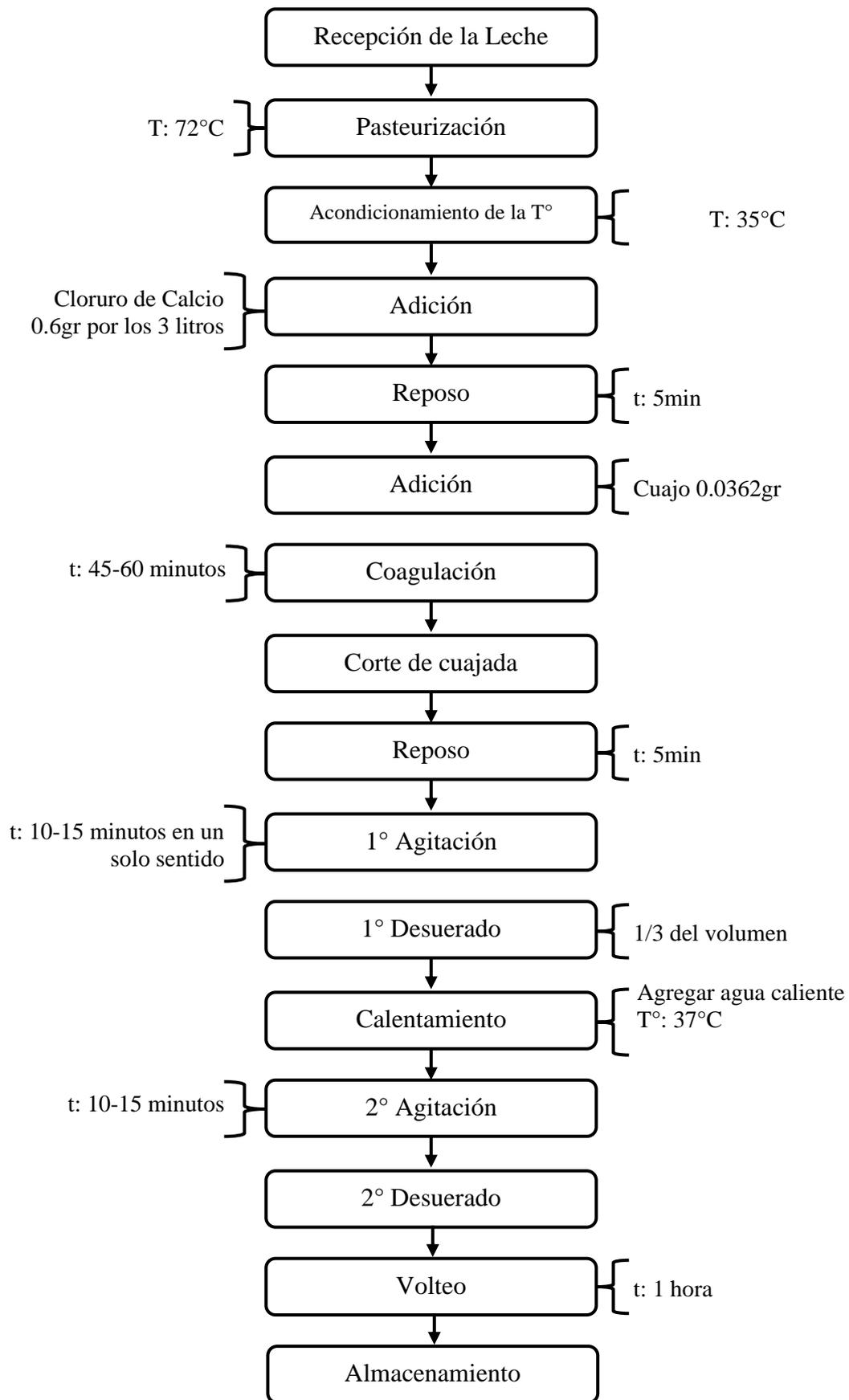
**Corte de la cuajada:** El corte de la cuajada se hizo en forma de cuadrados con un cuchillo afilado.

**Reposo:** La cuajada cortada se dejó reposar por 5 min.

**Agitación:** La agitación fue constante pro 10 a 15 min, en un solo sentido.

**Desuerado:** Se obtuvo el lactosuero mediante la separación del cuajo.

**Figura 1.** Diagrama de flujo de la obtención de lactosuero.



## **B) Obtención del extracto de Yacón**

**Recepción:** El yacón se obtuvo del mercado “La Perla” – Chimbote.

**Selección:** Se separaron los yacones que tengan arrugamientos, daños mecánicos, manchas, ataques biológicos los cuales no serán aptos para la elaboración de la bebida funcional.

**Lavado y desinfección:** Se usaron escobillas para remover la tierra impregnada en el yacón.

La desinfección de yacón se hizo mediante una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm.

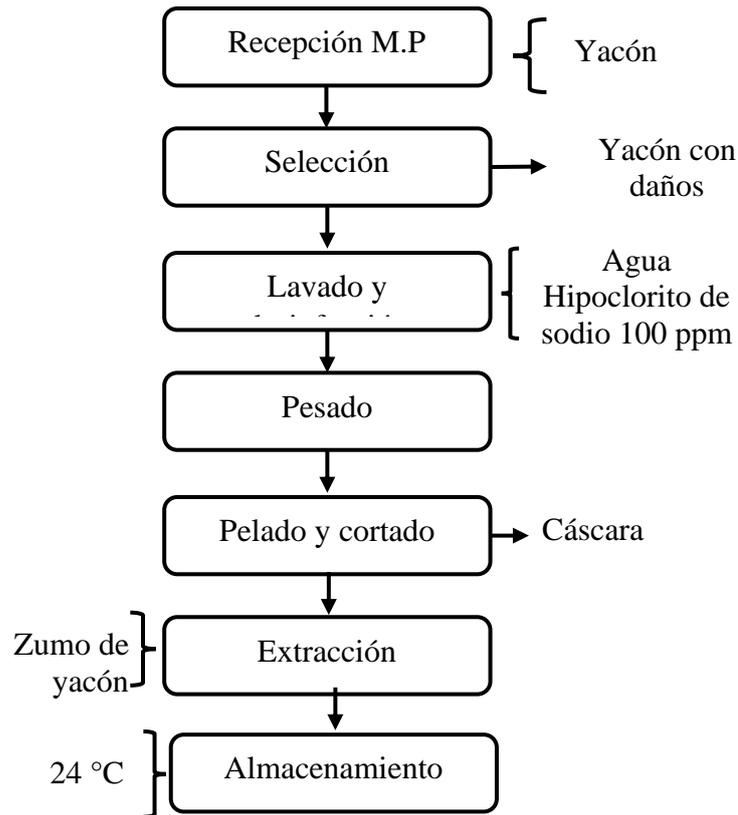
**Pesado:** Se pesó el yacón en una balanza, para obtener los rendimientos.

**Pelado y cortado:** Este procedimiento se hizo manualmente, se utilizó un pelador y un cuchillo.

Las raíces se sumergieron en un recipiente con agua potable y ácido cítrico al 1% para retardar el pardeamiento.

**Extracción:** Se utilizó un extractor domestico el cual nos permitirá separar el jugo del bagazo.

**Almacenamiento:** El zumo de yacón se almacenó a temperatura ambiente.



*Figura 2. Diagrama de flujo de la extracción de yacón.*

### C) Obtención del extracto de Aguaymanto

**Recepción:** El aguaymanto se obtuvo de - Las Huaracinas – Mercado “La Perla”- Chimbote.

**Pesado:** Se pesó el aguaymanto con todo y sus hojas en una balanza.

**Pelado:** Se peló el aguaymanto de forma manual.

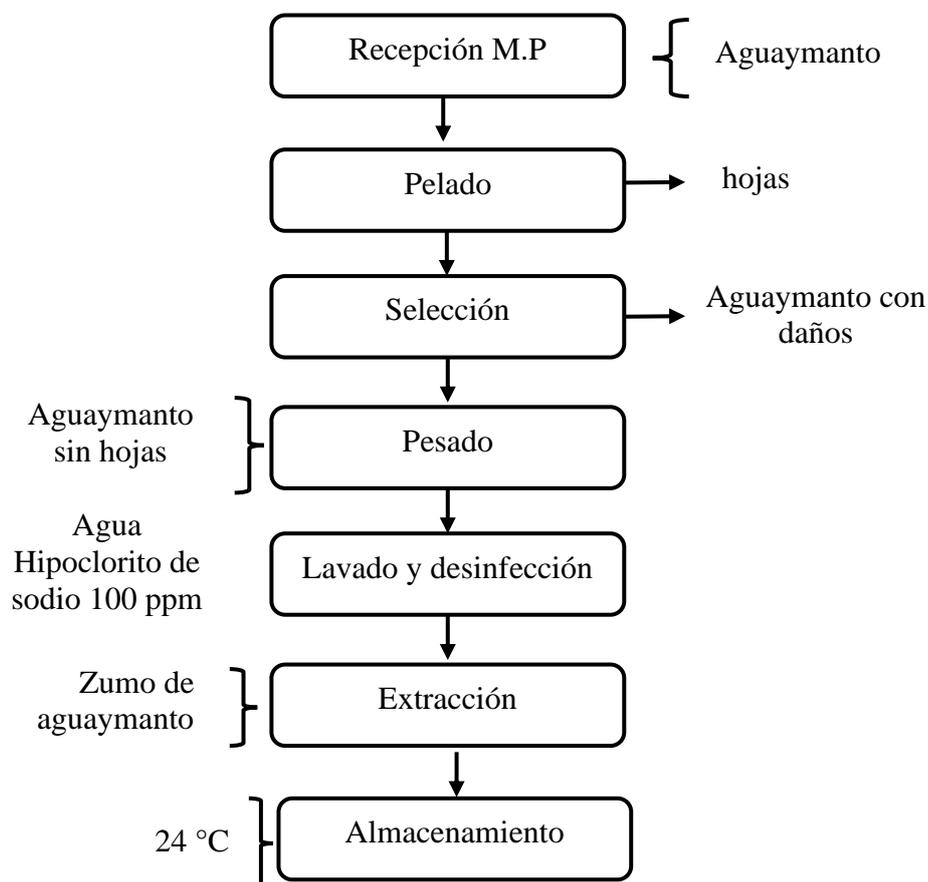
**Selección:** Se separó los aguaymantos que tengan arrugamientos, daños mecánicos, manchas, ataques biológicos los cuales no serán aptos para la elaboración de la bebida funcional.

**Pesado:** Se pesó el aguaymanto seleccionado en una balanza, para obtener los rendimientos.

**Lavado y desinfección:** El lavado y desinfección del aguaymanto se hizo mediante una solución de hipoclorito de sodio a 100 ppm.

**Extracción:** Se utilizó un extractor domestico el cual nos permitirá separar el jugo del bagazo.

**Almacenamiento:** El zumo de aguaymanto se almacenó a temperatura ambiente.



*Figura 3. Diagrama de flujo de la extracción de aguaymanto.*

#### **D) Elaboración de la Bebida Funcional**

**Mezclado:** Se prepararon las mezclas con respecto a las formulaciones de cada tratamiento: Suero de leche, zumo de aguaymanto y zumo de yacón.

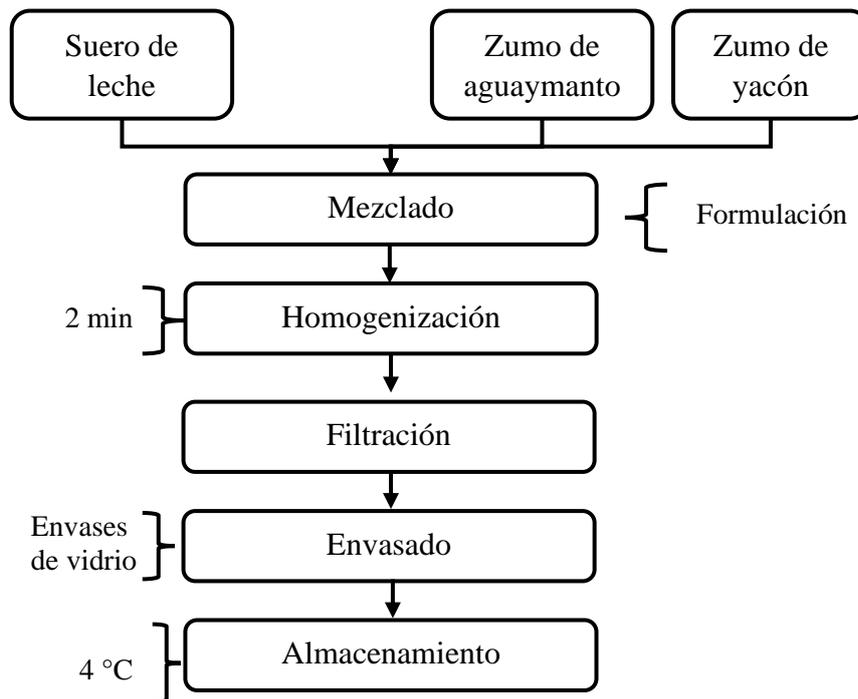
**Estandarización:** Se agregó el endulzante, ácido cítrico el cual regularizará el pH.

**Homogenización:** La mezcla se homogenizó con un utensilio hasta lograr una bebida uniforme.

**Filtración:** La filtración se realizó con un tamiz el cual retirará los sedimentos.

**Envasado:** Las bebidas obtenidas de cada formulación se envasaron en envases de vidrio.

**Almacenamiento:** Las bebidas obtenidas se almacenaron a una temperatura de 4°C para ser analizadas.



*Figura 4. Diagrama de flujo para la elaboración de la bebida refrescante.*

### 3.4.FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

#### 3.4.1. HIPÓTESIS

La optima formulación será consistida a base de lactosuero (5%-10%), yacón (10%-45%) y aguaymanto (50%-80%) y con una dilución del 1:0.5 al 1:1.5. Resultando obtener una bebida con propiedades funcionales y características sensoriales aceptables.

### **3.4.2. VARIABLES**

#### **3.4.2.1.INDEPENDIENTES**

- Concentración de Lactosuero, Yacón y Aguaymanto.
- Dilución de la concentración: agua.

#### **3.4.2.2.DEPENDIENTES**

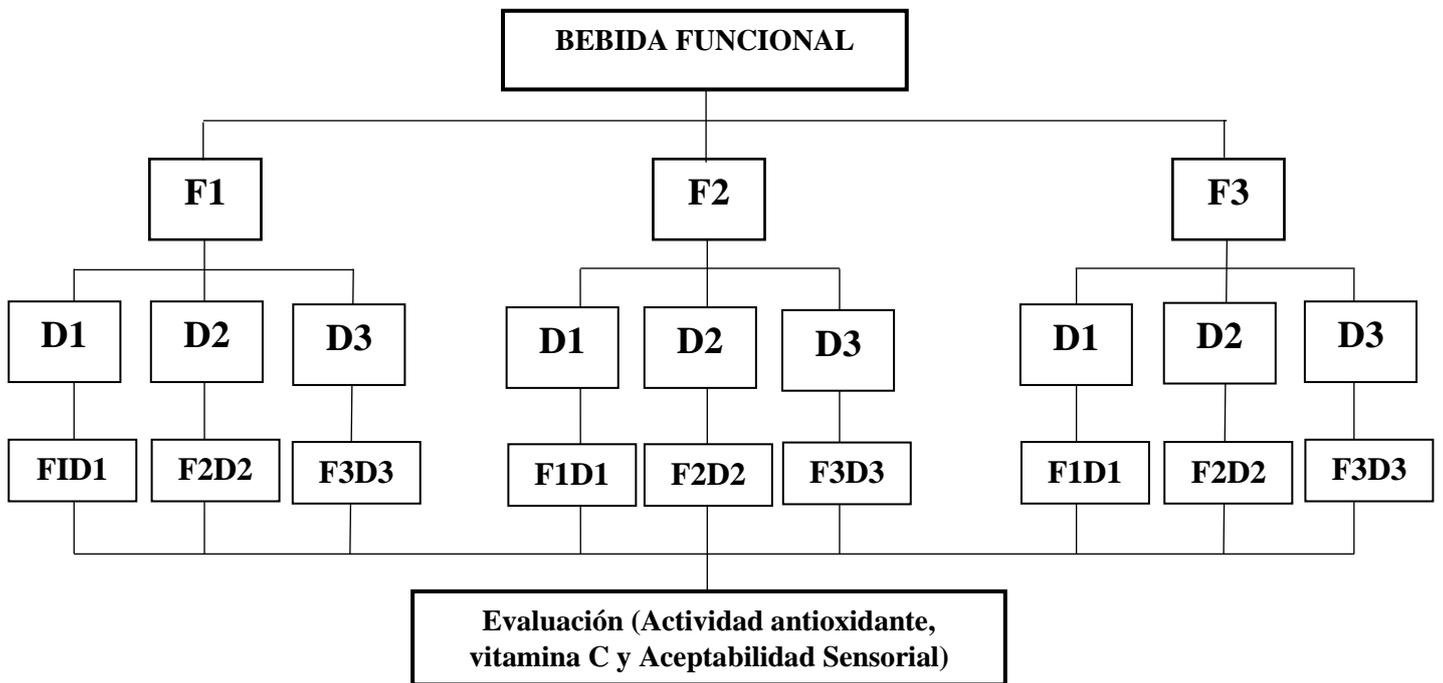
- Vitamina C.
- Capacidad Antioxidante
- Características Sensoriales (sabor, olor, color y aspecto general).

### **3.5.PROPUESTA EXPERIMENTAL**

#### **3.5.1. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para la obtención de la bebida funcional a partir de lactosuero, yacón y aguaymanto se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA). Como variables independientes se analizaremos 2 Factores independientes: a) Proporción de lactosuero, yacón y aguaymanto y b) Dilución en agua. Se realizó un diseño factorial  $3^2$ . Las variables respuestas analizadas fueron i) Actividad antioxidante, ii) Vitamina C y iii) Aceptabilidad Sensorial (olor, color, sabor y aspecto general).

Los niveles del primer factor a) lactosuero, yacón y aguaymanto (5%:45%:50%, 7.5%:27.5%:75%, 10%:10%:80%); y el segundo factor formado por la b) dilución (1:0.5, 1:1, 1:1.5).



*Figura 5. Diagrama del diseño experimental.*

*Tabla 9. Niveles de variables independientes en el Diseño Factorial Categórico.*

Símbolo	Variables Independientes	Niveles		
		-1	0	1
X1	Factor de Dilución (D)	1:0.5	1:1	1:1.5
X2	Formulación (F)	5%-45%-50%	7.5%-27.5%-65%	10%-10%-80%

**Tabla 10.** Valores codificados y reales en el Diseño Factorial Categórico de 32.

PROPUESTAS	VALORES CODIFICADOS		VALORES REALES	
	X1	X2	Dilución (g/ml)	Formulación (%)
1	-1	-1	1:0.5	5:45:50
2	0	-1	1:1	5:45:50
3	1	-1	1:1.5	5:45:50
4	-1	0	1:0.5	7.5:27.5:65
5	0	0	1:1	7.5:27.5:65
6	1	0	1:1.5	7.5:27.5:65
7	-1	1	1:0.5	10:11:80
8	0	1	1:1	10:11:80
9	1	1	1:1.5	10:11:80

### 3.5.2. DISEÑO ESTADÍSTICO

Se empleó el software estadístico STATGRAPHICS Centurión XV.II para evaluar el análisis de varianza (ANOVA) – con un nivel de confianza del 95%. Se llevó a cabo un análisis sensorial utilizando la escala hedónica aplicado a un panel de 30 evaluadores para determinar la bebida funcional optima. Se realizaron tres repeticiones a las formulaciones obtenidas, dando un total de 27 experimentos. Se analizaron la cantidad de capacidad antioxidante, vitamina C y Aceptabilidad sensorial.

**Tabla 11.** Diluciones de las formulaciones en agua como Factor A.

Dilución	Torta: Agua
D1	1:05
D2	1:1
D3	1:1.5

**Tabla 12.** Formulaciones de las materias primas como Factor B.

Formulación	Lactosuero (%)	Yacón (%)	Aguaymanto (%)
F1	5	45	50
F2	7.5	27.5	65
F3	10	10	80

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. CARACTERIZACION DE LA MATERIA PRIMA

#### 4.1.1. LACTOSUERO

*Tabla 13. Características fisicoquímicas del Lactosuero.*

CARACTERÍSTICAS	
Acidez (%)	0.14 ± 0.05
pH	5.2 ± 0.10
°Brix	8 ± 0.08
Proteínas (%)	0.91

**Nota:** Media ± SD de 3 repeticiones.

La **NTE INEN 2594 (2011)** establece que el suero se llama ácido cuando su pH está entre (5.5 y 4.8). El suero obtenido durante la elaboración del queso tuvo un pH de 5.2, siendo así determinado por su pH como un suero ácido.

Así mismo la **NTE INEN (2011)** indica que la acidez mínima del lactosuero es de 0.35%, pero la acidez obtenida del lactosuero elaborado fue de 0.14%. Por tanto, la acidez obtenida fue inferior al resultado NTE INEN, debido a la producción de suero como subproducto. En conclusión, las propiedades del lactosuero dependen del tipo de queso con el que se elabora o deriva.

Los sólidos totales del lactosuero son 8g/100g, en comparación con los 11.5g/100g de sólidos totales iniciales de la leche que se utilizó para elaborar el queso, lo que explica que durante la elaboración del queso los sólidos totales se redujeron.

En el estudio realizado por **(Rodríguez et al., 2020)** determinó el contenido de % proteínas presentes en el suero de leche dulce, encontrando 0.88 % según la NTP 2594:2011-08 los valores máximos permisibles para la proteína contenidas en el suero de leche deben de ser >0.8 %. Estos valores son similares a los reportados por **(Martínez, 2020)** con un % de proteína de 0.98

%, según el autor estos porcentajes pueden variar tanto en tipo de suero si es ácido o dulce y el tratamiento que se da a la materia prima para obtener el suero de leche. Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con las investigaciones realizada, obteniendo un 0.91 % de proteínas para el lactosuero que fue realizado por el Laboratorio ABBSER S.R.L.

#### 4.1.2. YACÓN

##### A) Características Morfológicas

**Tabla 14.** *Características Morfológicas del Yacón.*

CARACTERÍSTICAS	
Largo (cm)	14.83 ± 0.35
Ancho (cm)	7.68 ± 0.50
Peso (gr)	267.29 ± 0.85
Forma	Alargada - Ovalada
Superficie	Lisa
Color de Cáscara	Marrón rojizo
Color de pulpa	Crema o blanco

**Nota:** Media ± SD de 3 repeticiones.

Con respecto a la tabla 13, se puede observar que el yacón tiene una medida de 14.83 ± 0.35 cm de largo, 7.68 ± 0.50 cm de ancho, un peso de 267.29 ± 0.85 gr, presentando una forma ovalada, siendo esta caracterización similar a la reportada por **(Rojas, 2015)**, quien obtuvo un peso de 321.2 gr, una longitud de 15.42 cm y un diámetro de 4.23 cm. Las raíces de yacón pueden variar notablemente tanto en forma, color y tamaño, en cuanto a su apariencia esta se asemeja a una batata y su peso por unidad puede variar entre los 100 a 1200gr **(Silva, 2004)**.

## B) Características Fisicoquímicas del Yacón

*Tabla 15. Características Fisicoquímicas del Yacón.*

VARIABLES	RESULTADO
pH	6.38 ± 0.07
Brix (°Brix)	12.17 ± 0.06
Acidez (% de Ac. Málico)	0.32 ± 0.03
Humedad (%)	80.17 ± 0.89
Cenizas	2.03 ± 0.23
Proteínas (%)	0.40
Polifenoles	18.38 ± 0.62
Capacidad Antioxidante (μmol TE/g)	54.60 ± 0.14

**Nota:** Media ± SD de 3 repeticiones.

Con respecto a la tabla 14, se obtuvo para el yacón un pH de  $6.38 \pm 0.07$ , este valor es similar a los obtenidos por **(Contreras & Purisaca, 2018)** con un pH de  $6.28 \pm 0.01$ . Así mismo los investigadores **(Gamonal Castillo & Olivares Muñoz, 2020a)** y **(Salvatierra, 2015)** obtuvieron un pH de 6.1 y 6.14 respectivamente.

Los sólidos solubles totales obtenidos fueron de  $(12.17 \pm 0.06 \text{ °Brix})$  este valor está aproximado a los reportados por **(Rojas, 2015)** con un valor de 13.4 °Brix, a diferencia de los valores obtenidos por **(Gamonal Castillo & Olivares Muñoz, 2020b)** con 7.5 °Brix. Según **(Graefe et al., 2004)** los sólidos solubles de la variedad amarilla del yacón, se incrementan en función al tiempo que estos están expuestos al sol aumentando hasta 17.6 °Brix, existiendo una relación inversa entre los grados Brix y los fructooligosacáridos contenidos en el yacón, en otras palabras, cuanto mayor sea el contenido de grados brix, menor será el contenido de fructooligosacáridos. Deduciendo así que el estado de maduración del yacón utilizado en esta investigación estaba en estado óptimo.

La acidez obtenida fue de  $0.32 \pm 0.03\%$  de ácido málico concordando con el reporte de (Contreras & Purisaca, 2018) con una acidez de  $0.31 \pm 0.02\%$  de ácido málico, así mismo (Romero, 2019) reportó una acidez de  $0.31 \pm 0.03$  de ácido málico a diferencia de (Salvatierra, 2015) que en su estudio reportó una acidez de  $0.21\%$  de ácido málico.

Con respecto al contenido de humedad (%) se obtuvo un valor de  $80.17 \pm 0.89$ , a diferencia de lo reportado por (León, 2016) quien obtuvo un valor de  $82.30\%$ , al igual que (Zamudio, 2015) en su primer día de almacenamiento a temperatura ambiente, obteniendo una humedad de  $86.70\%$ , en el día 7 obtuvo un  $83.78\%$ . La humedad, no se encuentra dentro del parámetro óptimo, reportado por otros autores dando un rango de  $83\%$  y  $90\%$ , esto puede deberse a los días de almacenamiento después de la cosecha hasta el día del análisis.

En cuanto al contenido de proteína este tubérculo fue de  $0.40\%$  de Proteína que fue realizado por el Laboratorio ABBSER S.R.L., es decir, presentó mínimas cantidades, este resultado concordó con Iman y Zapata (2021), que en su análisis tuvo un contenido de  $0.30\%$  de Proteína en el Yacón.

#### 4.1.3. AGUAYMANTO

##### A) Características Morfológicas

**Tabla 16.** Características Morfológicas del Aguaymanto.

CARACTERÍSTICAS	
Diámetro (cm)	$1.42 \pm 0.08$
Peso (gr)	$4.38 \pm 0.23$
Forma	Ovoide – Globular - Elipsoide
Color de Cáliz	Pardo claro
Color de pulpa	Amarillo-Naranja

**Nota:** Media  $\pm$  SD de 3 repeticiones.

De acuerdo con Tabla 1, se puede observar que el aguaymanto tiene una medida promedio con respecto a su diámetro de  $1.42 \pm 0.08$  cm, un peso de

4.38 ± 0.23 gramos y una forma de Ovoide – Globular – Elipsoide, siendo esta caracterización similar con la que reportó por (Matos et al., 2020a), en donde el aguaymanto presentó una forma ovoide, de color naranja, con sabor agrídulce y con su olor característico, pese a eso difiere con respecto al peso que fue de 7.741 ± 0.49 gramos y un diámetro de 2,481 ± 0.066 y 2.385 ± 0.020 cm.

De acuerdo con los estudios de (Velasquez & Velasquez, 2017), se observó que el tamaño del fruto presenta una notable variabilidad, con un rango que va de 0.012 a 0.025 metros, siendo poco común que exceda los 0.025 metro, especialmente en frutos inmaduros. Las dimensiones del fruto dependen principalmente del tipo genético de la especie, lo que determina si estos serán más grandes o más pequeños, según la cepa. El color también varía dependiendo de la cepa. En cuanto al peso, este puede variar entre 0.017 y 0.010 kg, según el ecotipo.

Por lo tanto, el tamaño y el color de la fruta dentro de la variedad del fruto están relacionados, ya que la fruta tiende a agrandarse y oscurecerse durante la maduración, que está determinada por el diámetro ecuatorial de cada fruta.

## B) Características Fisicoquímicas del Extracto de Aguaymanto

**Tabla 17.** Características Fisicoquímicas del Aguaymanto.

VARIABLES	RESULTADO
pH	3.75 ± 0.03
Brix (°Brix)	16.50 ± 0.50
Acidez (% de Ac. Cítrico)	6.73 ± 0.07
Humedad (%)	77.26 ± 0.61
Cenizas (%)	1.18 ± 0.10
Vitamina C (mg/100 g)	24.21 ± 0.64
Capacidad Antioxidante (µmol TE/100g)	230 ± 0.12
Proteína (%)	1.78

**Nota:** Media ± SD de 3 repeticiones.

Con respecto a la Tabla 3, para la caracterización fisicoquímica del aguaymanto, se obtuvo un pH de  $3.75 \pm 0.03$ , este valor es similar al establecido por **(Obregón-La Rosa et al., 2021)**, puesto que el rango fue de  $3.95 \pm 0.04$ . De la misma manera se encontró un valor aproximado obtenido de 3,80 por los investigadores **(Matos et al., 2020b)**. Sin embargo, el valor obtenido fue menor a de los autores **(Velasquez & Velasquez, 2017)** que obtuvieron un valor de 4.0 del fruto para las regiones de Huánuco, Junín, Ancash y Cajamarca respectivamente.

En la investigación de **(Veliz & Espinoza, 2009)** , indicaron que, evaluando la condición verde de Aguaymanto, tiene un Brix de 12°, un pH de 3.1 y una acidez titulable de 2.4; El pH y la acidez titulable son de 1,4.

El valor que se obtuvo para los sólidos solubles fue de  $16.50 \pm 0.50^{\circ}\text{Brix}$ , el cual se encuentra superior al rango encontrado por **(García-Godos et al., 2022a)** con un resultado que presento de  $12.5\text{-}15.4^{\circ}\text{Brix}$  en una colecta de aguaymanto. Así mismo, se encuentra en un rango superior al de  $13.3 \pm 0.225$  obtenidos por los investigadores **(Obregón-La Rosa et al., 2021)**. De la misma manera con **(Matos et al., 2020b)** que presentaron un valor de  $14.3^{\circ}\text{Brix}$  y **(Velasquez & Velasquez, 2017)** con valores de  $13.5^{\circ}\text{Brix}$ ,  $14.0^{\circ}\text{Brix}$ ,  $14.2^{\circ}\text{Brix}$  y  $14.3^{\circ}\text{Brix}$  para las regiones de Huánuco, Junín, Ancash y Cajamarca respectivamente. La diferencia del contenido de °Brix puede ser influenciado por diversos factores como la madurez fisiológica y de las prácticas de recolección, entre otras.

Un aspecto que refleja la madurez es el comportamiento de los Sólidos Solubles Totales (TSS) o Brix. El contenido de TSS consta de 80% a 95% de azúcares, y las mediciones de TSS se refieren a azúcares disueltos en la savia celular.

La acidez que se obtuvo del aguaymanto fue de  $6.73 \pm 0.07\%$  de ácido cítrico, no coincide con el reporte de **(Matos et al., 2020b)** con una acidez de  $1.71 \pm 0.30\%$ . esta diferencia encontrada en la acidez puede ser debido a las características de conservación que se le brindaron a la fruta, entre otras. De la misma forma, con los valores obtenidos por los autores **(Velasquez & Velasquez, 2017)** de 2.4%; 2.59%; 2.64%; y 2.8%, los cuales fueron

analizados en 4 regiones diferentes del Perú. Siendo de esta manera uno de los factores el clima de cada región y al estado de madures del fruto obtenido.

La acidez titulable total, un indicador general de la presencia de ácido en la fruta, muestra una disminución típica durante la maduración de la grosella espinosa. El fruto se caracteriza por una elevada acidez total titulable que oscila entre el 1,5% y el 4%. La disminución de la acidez titulable total se debió principalmente al uso de ácidos orgánicos como sustratos respiratorios y su conversión a azúcares **(Novoa, 2006)**.

Para el contenido de humedad (%) se obtuvo un resultado de  $77.26 \pm 0.61$ , el cual se encuentra dentro del rango obtenido por **(García-Godos et al., 2022b)**, en donde indicó que el contenido de humedad del fruto de aguaymanto fue de 76-90% siendo su criterio de variabilidad. En el estudio realizado por **(Velasquez & Velasquez, 2017)** obtuvieron valor de 80.95%, 80.0%, 81.81% y 80.04% para las regiones de Huánuco, Junín, Ancash y Cajamarca respectivamente.

El contenido de agua de los alimentos es uno de los elementos más importantes y variables, por lo que es difícil determinarlo con precisión, principalmente en alimentos vegetales y frutales, el porcentaje de agua es mayor que en otros alimentos que también contienen agua **(Castillo, 2011)**.

Finalmente, estudios recientes han demostrado que el aguaymanto es una fuente importante de compuestos nutricionales y bioactivos muy beneficiosos para el sector salud y la industria alimentaria para el desarrollo de alimentos funcionales **(Etzbach et al., 2020)**. Por ello se realizó un análisis de proteína realizado por el Laboratorio ABBSER S.R.L., que presentó un con tenido de 1.78%.

## 4.2.OBTENCIÓN DE LA FORMULACIÓN OPTIMA CON RESPECTO A LA ACEPTABILIDAD

*Tabla 18. Puntuación para cada tratamiento con respecto a los análisis sensoriales.*

Tratamiento	Factor de dilución		Color	Olor	Sabor	Aceptabilidad sensorial
	(Lactosuero:Yacón: Aguaymanto)	Formulación				
T1		5:45:50	3.70±1.76	3.60±1.03	3.73±1.01	3.77±0.99
T2	1:0.5	7.5:27.5:65	3.87±0.79	3.67±0.82	3.57±0.96	3.47±0.79
T3		10:10:80	4.43±0.64	4.60±0.56	4.57±0.50	4.70±0.53
T4		5:45:50	4.03±0.86	3.90±0.85	3.77±1.19	4.07±0.86
T5	1:0.1	7.5:27.5:65	3.57±0.88	4.03±0.92	3.60±1.07	4.17±0.86
T6		10:10:80	4.13±1.04	3.87±0.92	3.73±1.18	3.93±1.07
T7		5:45:50	2.70±0.81	2.77±0.81	2.93±0.81	2.83±0.83
T8	1:1.5	7.5:27.5:65	3.07±1.07	2.80±0.85	3.03±0.94	3.00±1.02
T9		10:10:80	2.83±0.76	3.07±0.69	2.97±1.19	2.93±0.90

**Nota:** Media ± SD de 3 repeticiones.

#### 4.2.1. Análisis estadístico de los resultados de la evaluación sensorial

Se realizó la evaluación sensorial a 30 panelista semi-entrenados, los resultados obtenidos de esta evaluación, se pasaron por el software estadístico STATGRAPHICS CENTIRION XVI, en el cual evaluará si hay diferencia significativa entre los diferentes tratamientos.

##### 4.2.1.1.1. Análisis sensorial del atributo “color”

Se evaluó el resultado obtenido de los panelistas para el atributo “color” de los diferentes tratamientos, para identificar si hay diferencia significativa, esto se llevó a cabo con la prueba ANOVA.

*Tabla 19. Análisis de Varianza del atributo "Color" en los tratamientos de bebidas funcionales.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
<b>A:</b> Tratamientos	87.9185	8	10.9898	16.13	0.0001
<b>B:</b> Panelistas	55.1852	29	1.90294	2.79	0.0000
Residuos	158.081	232	0.681386		
<b>Total(corregido)</b>	<b>301.185</b>	<b>269</b>			

En la Tabla 19 se muestran los resultados obtenidos del análisis estadístico para el “color”. Se puede apreciar que en cuanto a los tratamiento y panelistas hay diferencia significativa para el atributo que estamos evaluando. Debido a que los valores – P, son menores a 0.05, esto demuestra que los tratamientos evaluados tienen una diferencia significativa para el olor, percibida por los panelistas con una confianza del 95.0.%.

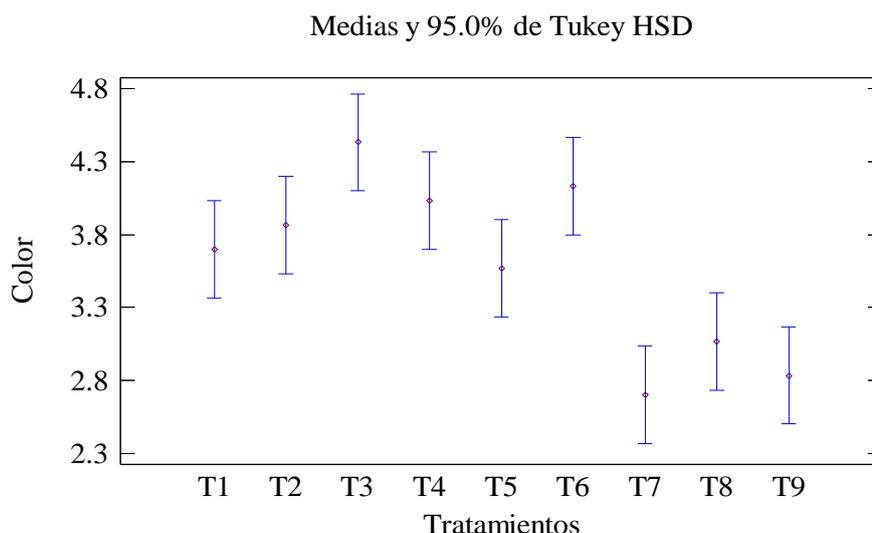
**Tabla 20.** *Análisis de Varianza del atributo "Color" en los tratamientos de bebidas funcionales.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
T7	30	2.70	0.150708	X
T9	30	2.83	0.150708	X
T8	30	3.07	0.150708	XX
T5	30	3.57	0.150708	XX
T1	30	3.70	0.150708	XX
T2	30	3.87	0.150708	XX
T4	30	4.03	0.150708	XX
T6	30	4.13	0.150708	XX
T3	30	4.43	0.150708	X

En la Tabla 20 se indica una comparación múltiple entre los distintos tratamientos para determinar si las medias obtenidas son diferentes significativamente entre sí. Se identificaron 10 pares que presentan variaciones estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95.0%. No se observan diferencias relevantes entre los niveles que están ubicados en la misma columna de X's. Para distinguir entre las medias, se utilizó el procedimiento de diferencia honesta significativa (HSD) de Tukey. Este enfoque conlleva un riesgo del 5.0% de concluir que uno o más pares presentan diferencias significativas cuando en realidad no las tienen.

Del mismo modo se puede apreciar que para el atributo "color" el Tratamiento 3 (10% Lactosuero – 10% Yacón – 80% Aguaymanto, dilución 1:05) presentó el mayor valor con respecto a su media con 4.43, esto se debe a que cuenta con una mayor composición de aguaymanto el cual le da un tomo amarillento vivo haciéndolo atractivo al consumidos; a diferencia del Tratamiento 7 (5% Lactosuero – 45% Yacón – 50% Aguaymanto, dilución 1:1.5) presentó el menor valor con respecto a su media con 2.70 indicando una menor preferencia con respecto a los demás tratamientos evaluados, esto debido a que al contener un porcentaje de yacón mayor, este al asentarse, le da un color verde claro a la bebida.

**Figura 6.** Grafica de Medias de Tukey HSD en el Atributo “Color”.



La Figura 6 - Medias y 95.5% de Tukey HSD nos muestra que el tratamiento 3 (10% Lactosuero – 10% Yacón – 80% Aguaymanto, dilución 1:05), tiene un mayor índice con respecto al color a diferencia de los demás tratamientos. Por otra parte, el tratamiento 7 (5% Lactosuero – 45% Yacón – 50% Aguaymanto, dilución 1:1.5) tiene una media menor a todas las bebidas funcionales evaluadas. A su vez se muestra que hay diferencias significativas entre los tratamientos propuestos, debido a que unos pocos no se traslapan verticalmente. Se puede apreciar esto, si observamos los tratamientos 5,7,8 y 9 con el tratamiento 3. Esto resultados mencionados están con un 95% de confianza que si exista diferencia significativa entre la percepción de los panelistas con respecto al color.

#### 4.2.1.2. Análisis sensorial del atributo “olor”

Se evaluó el resultado obtenido de los panelistas para el atributo “olor”, de los 9 tratamientos estudiados. Con el fin de estudiar si existe o no significancia entre los tratamientos, se utilizó la prueba ANOVA.

**Tabla 21.** Análisis de Varianza del atributo "Olor" en los tratamientos de bebidas funcionales.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
<b>A:</b> Tratamientos	89.1333	8	11.1417	15.7	0.0000
<b>B:</b> Panelistas	23.5889	29	0.81341	1.15	0.2846
Residuos	164.644	232	0.709674		
<b>Total (corregido)</b>	<b>277.367</b>	<b>269</b>			

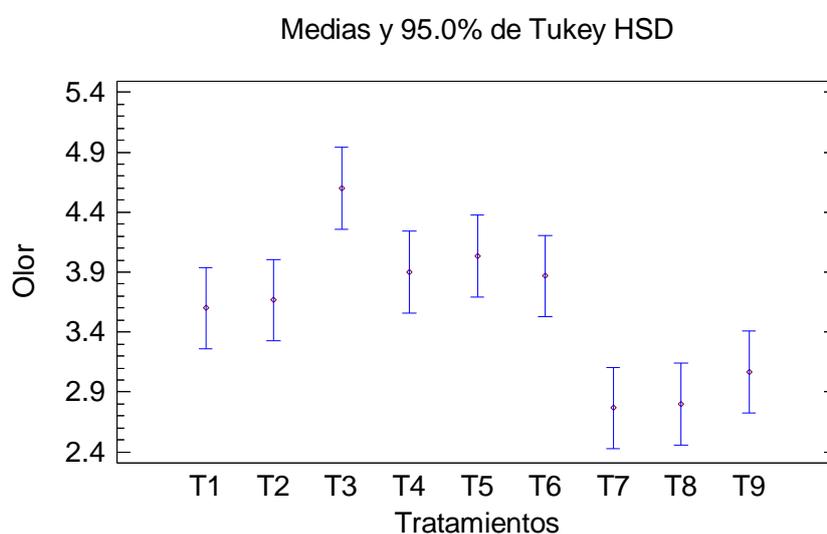
En la Tabla 21 se muestran los resultados obtenidos del análisis estadístico para el "olor", se puede apreciar que, a diferencia de los tratamientos, en los panelistas no existe una diferencia significativa en su resultado debido a que su Valor-P es superior a 0.05. Lo cual nos señala que la percepción de los panelistas con respecto a los tratamientos no tiene una influencia significativa en el olor con una confianza del 95%.

**Tabla 22.** Análisis de Varianza del atributo "Olor" en los tratamientos de bebidas funcionales.

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T7	30	2.77	0.153804	X
T8	30	2.80	0.153804	X
T9	30	3.07	0.153804	XX
T1	30	3.60	0.153804	XX
T2	30	3.67	0.153804	XX
T6	30	3.87	0.153804	X
T4	30	3.90	0.153804	X
T5	30	4.03	0.153804	XX
T3	30	4.60	0.153804	X

En la Tabla 22 se observa que, los tratamientos son significativamente diferentes de otros con respecto al olor. Además, el tratamiento 3 (10% Lactosuero - 10 % Yacón - 80% de Aguaymanto) obtuvo una media de 4.6 sobrepasando las medias de los demás tratamientos, siendo el más bajo el tratamiento 7 (5% Lactosuero – 45% Yacón – 50% Aguaymanto, dilución 1:1.5) con una media de 2.7. Teniendo en cuenta que la puntuación 2 es "me disgusta" y la puntuación 4 es "Me gusta". Sin embargo, con los panelistas no existe una relación significativa con una confianza del 95% con respecto al olor.

**Figura 7.** *Grafica de Medias de Tukey HSD en el Atributo “Olor”.*



En la Figura 7 la gráfica de Medias y 95.0 % de Tukey HSD, se muestra que el tratamiento 3 (10% Lactosuero - 10 % Yacón - 80% de Aguaymanto) obtuvo una media de 4.6 siendo el mayor con respecto tratamiento 7 (5% Lactosuero – 45% Yacón – 50% Aguaymanto, dilución 1:1.5) con una media de 2.7 siendo el más bajo de todos. Teniendo en cuenta que entre los panelistas no se evidencia una diferencia significativa. Pero el los tratamientos mencionados no se traslapan verticalmente, dándonos una diferencia significativa entre los tratamientos.

#### 4.2.1.3. Análisis sensorial del atributo “sabor”

Se realizó la evaluación sensorial de los 9 tratamientos elaborados, analizando para este caso el atributo “Sabor” con el fin de determinar de esta manera si

hay o no significancia entre los tratamientos, utilizando ANOVA (Análisis de Varianza).

**Tabla 23.** *Análisis de Varianza del atributo "Sabor" en los tratamientos de bebidas funcionales.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
<b>A:</b> Tratamientos	28.6519	8	3.58148	4.95	0.0001
<b>B:</b> Panelistas	52.2074	29	1.80026	2.49	0.0003
Residuos	167.793	232	0.723244		
<b>Total(corregido)</b>	<b>248.652</b>	<b>269</b>			

La Tabla 23 proporcionada detalla los resultados que se realizó para los 9 tratamientos en los análisis estadísticos con respecto al tributo “Sabor”. Por tanto, se puede apreciar que los tratamientos y los panelistas (factores) presentaron un efecto estadísticamente significativo al atributo “Sabor” con un 95.0% de nivel de confianza, debido a que los valores – P fueron mayores a 0.05.

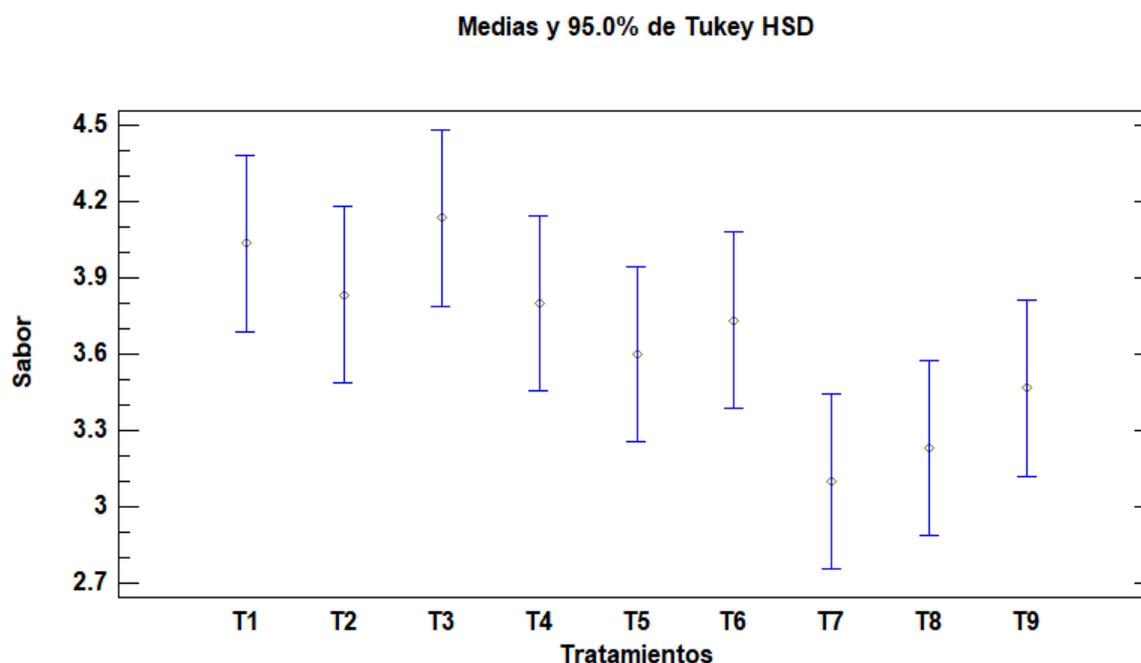
**Tabla 24.** *Prueba de Tukey HSD en el atributo “Sabor” en los tratamientos de bebidas funcionales.*

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T7	30	3.1	0.155268	X
T8	30	3.23333	0.155268	XX
T9	30	3.46667	0.155268	XXX
T5	30	3.6	0.155268	XXX
T6	30	3.73333	0.155268	XXX
T4	30	3.8	0.155268	XX
T2	30	3.83333	0.155268	XX
T1	30	4.03333	0.155268	X
T3	30	4.63333	0.155268	X

La Tabla 24 utiliza un método de comparación múltiple para identificar qué medias presentan diferencias significativas entre sí. En la parte inferior de la tabla se muestran las discrepancias calculadas entre cada par de medias. Los 6 pares que tienen un asterisco al lado indican diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95.0%. En la sección superior, se han agrupado 3 categorías homogéneas basadas en la disposición de las X's en las columnas. No se observan diferencias significativas entre los niveles que compartan la misma columna de X's. El método utilizado para distinguir entre las medias es el procedimiento de diferencia honesta significativa (HSD) de Tukey. Este método conlleva un riesgo del 5.0% de erróneamente concluir que uno o más pares son significativamente diferentes cuando en realidad no lo son.

Es decir, en la Tabla 24 proporciona una diferencia significativa en los tratamientos estudiados, puesto que para el atributo evaluado “Sabor” sus medias están en sus puntajes por encima de 3 puntos con respecto a la categoría puesta en la ficha de evaluación. Presentado este puntaje a la categoría “Ni me gusta ni me disgusta”. Como se observa en la tabla, el Tratamiento 3 presentó una mayor puntuación de 4.63 puntos, mientras que el Tratamiento 7 presentó un puntaje de 3.1 puntos. Resultando de esta manera que existe una diferencia significativa entre los tratamientos evaluados y el atributo “Sabor” con un nivel de confianza el cual fue de 95%.

**Figura 8.** Grafica de Medias de Tukey HSD en el Atributo “Sabor”.



La Figura 8 expuesta presentó la Evaluación de Medias para el atributo “Sabor” con un nivel de confianza del 95%, teniendo de esta manera que el Tratamiento 3 (Dilución 1:0.5; Formulación de 10% Lactosuero, 10% Yacón y 80% Aguaymanto) presentó una mayor aceptación con respecto a la evaluación de los panelistas en el atributo “Sabor” para la elaboración de la bebida refrescante. Por otro lado, la gráfica también nos presenta al Tratamiento 7 (Dilución 1:1.5; Formulación de 5% Lactosuero, 45% Yacón y 50% Aguaymanto) como la bebida funcional con menor puntaje en la evaluación a comparación de los 9 Tratamientos elaborados. Se toman estos dos tratamientos para hacer una comparación y evaluar que la diferencia es estadísticamente significativa, puesto que los intervalos no se superponen en su dirección vertical.

#### **4.2.1.4. Análisis del Aceptabilidad General**

Se llevó a cabo una evaluación para la “Aceptabilidad General” en los 9 tratamientos realizados, para determinar de esta manera la significancia entre los tratamientos con respecto a la Aceptabilidad General, utilizando para ello el Análisis de Varianza (ANOVA).

**Tabla 25.** Análisis de Varianza del atributo "Aceptabilidad General" en los tratamientos de bebidas funcionales.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
<b>A: Tratamientos</b>	53.2667	8	6.65833	9.38	0.0000
<b>B: Panelistas</b>	37.4667	29	1.29195	1.82	0.0065
Residuos	164.733	232	0.710057		
<b>Total(corregido)</b>	<b>255.467</b>	<b>269</b>			

La Tabla 25 muestra de forma detallada los resultados que se evaluaron para los 9 tratamientos elaborados para la obtención de la mejor bebida funcional en el análisis estadístico con respecto al tributo "Aceptabilidad General". Es por ello, que a través de esta tabla se puede apreciar que los tratamientos y los panelistas que son los factores presentaron un efecto estadísticamente significativo con un 95.0% de nivel de confianza, puesto a que los valores – P fueron superiores a 0.05.

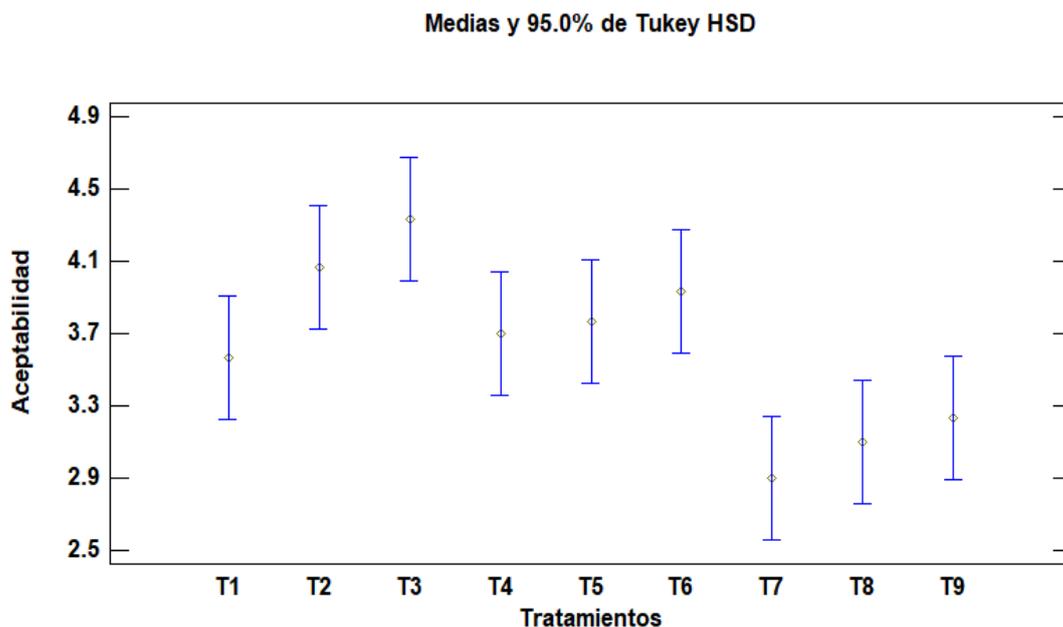
**Tabla 26.** Prueba de Tukey HSD en el atributo "Sabor" en los tratamientos de bebidas funcionales.

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T7	30	2.9	0.153846	X
T8	30	3.1	0.153846	XX
T9	30	3.23333	0.153846	XX
T1	30	3.56667	0.153846	XXX
T4	30	3.7	0.153846	XXX
T5	30	3.76667	0.153846	XXX
T6	30	3.93333	0.153846	XX
T2	30	4.06667	0.153846	XX
T3	30	4.93333	0.153846	X

La Tabla 26 utiliza un enfoque de comparación múltiple para identificar qué medias presentan diferencias significativas entre sí. En la sección inferior se detallan las discrepancias estimadas entre cada par de medias. Los 12 pares que tienen un asterisco junto a ellos indican diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95.0%. En la parte superior, se han agrupado 4 categorías homogéneas según cómo se alinean las X's en las columnas. No se observan diferencias significativas entre los niveles que comparten la misma columna de X's. El método utilizado para diferenciar las medias es el procedimiento de diferencia honesta significativa (HSD) de Tukey. Este procedimiento conlleva un riesgo del 5.0% de afirmar que uno o más pares son significativamente distintos cuando en realidad no lo son.

Por tanto, en la Tabla 25 nos detalla una diferencia significativa para los 9 tratamientos evaluados para el atributo “Aceptabilidad General”. Presentado como mejor tratamiento al Tratamiento 3 puesto que presentó 4.93 puntos, mientras que el Tratamiento 2.9 puntos siendo este último como la menos preferida. Resultando de esta manera que con una menor dilución (1:0.5) y mayor contenido de Aguaymanto (80%) presentó una Aceptabilidad General mayor a las del resto de los tratamientos.

**Figura 9.** Grafica de Medias de Tukey HSD en el Atributo “Aceptabilidad General”.



La Figura 9 realizada con un nivel de confianza del 95% mostró para el atributo “Aceptabilidad General” para el Tratamiento 3 (Dilución 1:0.5; Formulación de 10% Lactosuero, 10% Yacón y 80% Aguaymanto) fue de una mayor aceptación con respecto a la evaluación de los panelistas para la elaboración de la bebida funcional. En cambio, para el Tratamiento 7 (Dilución 1:1.5; Formulación de 5% Lactosuero, 45% Yacón y 50% Aguaymanto) fue la bebida funcional con menor puntaje en la evaluación a comparación del resto. A modo general, es decir comparando los tratamientos, se mostró las diferencias significativas, puesto que los intervalos no se traslapan en dirección vertical. Tal es el caso de los Tratamientos 1 con el Tratamiento 3; el Tratamiento 2 con los Tratamientos 7 y 8; el Tratamiento 3 con los Tratamientos 7, 8 y 9. Por tanto, esta grafica muestra que si existe una influencia significativa entre los Tratamientos para el atributo “Aceptabilidad General” evaluados por los panelistas.

### 4.3.EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICA Y FUNCIONALES

*Tabla 27. Composición fisicoquímica de los 9 tratamientos evaluados.*

Tratamiento	Factor de dilución	Formulación	Sólidos Solubles (°Brix)	pH	Acidez
T1		5:45:50	12.80±0.07	4.279 ± 0.040	0.91±0.11
T2	1:0.5	7.5:27.5:65	11.82±0.05	4.405 ± 0.016	1.65±0.06
T3		10:10:80	12.50±0.09	4.476 ± 0.020	1.90±0.15
T4		5:45:50	12.60±0.04	4.212 ± 0.023	0.85±0.10
T5	1:1	7.5:27.5:65	11.90±0.05	4.338 ± 0.040	1.53±0.08
T6		10:10:80	11.00±0.24	4.469 ± 0.056	1.83±0.05
T7		5:45:50	12.35±0.45	4.062 ± 0.011	0.55±0.07
T8	1:1.5	7.5:27.5:65	11.65±0.03	4.323 ± 0.031	1.22±0.03
T9		10:10:80	10.12±0.04	4.454 ± 0.023	1.45±0.06

D1= 1:05 (Lactosuero, Yacón y Aguaymanto: agua).

D2 = 1:1 (Lactosuero, Yacón y Aguaymanto: agua).

D3= 1:1.5 (Lactosuero, Yacón y Aguaymanto: agua).

F1:5%:45%:50% (Lactosuero: zumo de yacón: zumo de aguaymanto).

F2:7.5%:27.5%:65% (Lactosuero: zumo de yacón: zumo de aguaymanto).

F3:10%:10%:80% (Lactosuero: zumo de yacón: zumo de aguaymanto).

La Tabla 27 presenta los resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas a los tratamientos para la obtención de la bebida funcional. Los parámetros determinados fueron: °Brix, pH y acidez.

Para medir el pH se siguió los procedimientos descritos por la AOAC 981.12 – ISO 11289:1993 y se utilizó un medidor de pH. Como se puede observar que el rango está entre el pH mayor de 4.476 del Tratamiento 3 (Formulación de 10% Lactosuero, 10% Yacón y 80% Aguaymanto) y el menor pH de 4.062 del Tratamiento 7 (Formulación de 5% Lactosuero, 45% Yacón y 50% Aguaymanto). Este rango está dentro del valor de la NTP 203, 110:2019 que menciona que el rango óptimo para las bebidas es <4.5.

Estos resultados se compararon con los datos obtenidos por **(Huaman et al., 2022)** en su elaboración de bebida funcional de tuna blanca y aguaymanto que presentó un pH de 6.1. La diferencia de los resultados obtenidos en la elaboración de la bebida refrescante, se debe al uso de la diferencia de productos o insumos para las elaboraciones de las bebidas refrescantes. Por otro lado, como resultado de **(Paredes & Ore, 2021)** en su bebida funcional de *Amaranthus caudatus L.* y *Hylocereus triangularis* alcanzaron valores de pH de 3.6 y 3,9; mientras que **(Paredes & Ore, 2021)** logró en su estudio valores de pH de 4.6 y 4.58, estos resultados últimos fueron .

Con respecto a los valores de los sólidos solubles (°Brix) están entre 11.00 Tratamiento 6 (formulación 10%:10%:80%, dilución 1:1) y 12.80 Tratamiento 1 (formulación 5%:45%:50%, dilución 1:0.5). Según NTP 203, 110:2009 estipula que los °Brix para bebidas de frutas, jugos y néctares puede estar entre 12 y 14 %.

Además, en el estudio realizado por (Chagua-Rodriguez et al., 2023) para el desarrollo de una bebida funcional a base de Lactosuero fermentado. Aguaymanto y Tumbo, se encontraron valores entre  $11.9 \pm 0.2$  y  $12.1 \pm 0.1$ , se encuentran diferencias mínimas entre ambos resultados. En contraste con los reportado por (Burbano,2019) nos dice que los resultados obtenidos pueden alterar al aplicarse altas temperaturas en alguna parte del proceso de la elaboración de la bebida, así mismo la presencia del agua en la bebida, al evaporarse hace que se concentren los sólidos solubles aumentando exponencialmente.

#### 4.3.1. ANALISIS DE VITAMINA C EN LOS TRATAMIENTOS

*Tabla 28. Contenido de Vitamina C en los nueve tratamientos.*

Tratamiento	Factor de Dilución	Formulación	Vitamina C (mgAO/100ml)
T1		5:45:50	$25.737 \pm 0.105$
T2	1:0.5	7.5:27.5:65	$38.913 \pm 1.320$
T3		10:10:80	$50.100 \pm 0.110$
T4		5:45:50	$29.083 \pm 0.442$
T5	1:1	7.5:27.5:65	$31.950 \pm 0.765$
T6		10:10:80	$41.463 \pm 0.309$
T7		5:45:50	$12.333 \pm 0.560$
T8	1:1.5	7.5:27.5:65	$22.107 \pm 1.341$
T9		10:10:80	$32.217 \pm 1.270$

La Tabla 28 representa el contenido de Vitamina C que se analizó en los 9 tratamientos para la obtención de la bebida funcional. Se visualiza que, a mayor contenido de Aguaymanto, se obtiene un mayor contenido de Vitamina C, esto es debido a que el Aguaymanto presenta un gran contenido de Vitamina C por la alta cantidad de ácido ascórbico que presenta este fruto.

Es por ello, que los tratamientos con mayor concentración de Aguaymanto en la formulación, es decir un 80% de este fruto, como los tratamientos T3, T6 y T9 presentaron mayores resultados que los tratamientos de T1, T4 y T7 que en su formulación tuvieron solo un 50% de contenido de Aguaymanto. Estos resultados obtenidos se encuentran entre los rangos de 12.333 (T7) que fue el más bajo y 50.100 (T3) con el mayor contenido.

Por otro lado, se puede observar que para las formulaciones (10:10:80), a una menor dilución, el contenido de Vitamina C es más alta, es decir que para la obtención de la óptima bebida refrescante se debe agregar menor contenido de agua con respecto a la formulación, puesto que el agua disminuye la concentración de las formulaciones. Teniendo, así al Tratamiento 3 como mayor contenido de Vitamina C.

Esta bebida formulada con 10% de Lactosuero, 10% Yacón y 80% de Aguaymanto presentó un mayor contenido que la bebida funcional elabora por **(Contreras, 2019)**, que dentro de su formulación con 33.60% de Mashua amarilla y 50.36% de Aguaymanto, presento un contenido de 14.5mg/100g Vitamina C. De la misma manera **(Huaman et al., 2022)** elaboró una bebida funcional con Tuna blanca (25%) y Aguaymanto (25%) diluida en agua (50%), que presentó un 20.25mg/100g de Vitamina C. Y por último, **(Muñoz, 2020)** en su elaboración de bebida nutritiva de Aguaymanto y Kiwicha presento un 6.5mg/100g de Vitamina C. Esta diferencia para el contenido de esta vitamina, se puede ver reflejado por el tipo de materia prima y su contenido dentro de la formulación, en la cual destacamos el Aguaymanto. Pues estos frutos del aguaymanto son conocidos por contener excelentes fuentes de vitamina C y provitamina A **(Huaman et al., 2022)**.**(Arce & Zumaran, 2020)**, mencionan que este fruto contiene algunos componentes nutricionales muy beneficiosos que tienen importantes usos y propósitos medicinales. Razón por la cual algunos investigadores como **(Muñoz, 2020)** señalan que son tan beneficiosos, ya que ayuda a prevenir y tratar ciertas enfermedades. Puesto que este compuesto o como otros presentes en las frutas influyen positivamente en una o más funciones fisiológicas humanas, mejorando la salud y/o reduciendo el riesgo de padecer determinadas enfermedades.

Así mismo podemos destacar que, los mayores beneficios para la salud los aportan las bebidas funcionales, elaboradas 100% a partir de frutas y tubérculos, que ayudan a cubrir las necesidades del organismo aportando vitamina C, entre otros compuestos. Por ello, las bebidas funcionales elaboradas con frutas y suero contienen cantidades significativas de vitaminas (Chagua-Rodríguez et al., 2023).

**Tabla 29.** Análisis de Varianza para la Vitamina C en los tratamientos de bebidas funcionales.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
<b>A:</b> Dilución	1249.26	2	624.629	34.80	0.0000
<b>B:</b> Formulación	1607.64	2	803.82	44.78	0.0000
Residuos	323.078	18	17.9488		
<b>Total(corregido)</b>	<b>3309.88</b>	<b>26</b>			

La Tabla 29 presenta el Análisis de Varianza llevado a cabo en los 9 tratamientos en relación con el contenido de vitamina C. Esta tabla desglosa la variabilidad de la vitamina C en aportes derivados de diversos factores. El valor de P se utiliza para evaluar la relevancia estadística de cada factor. En este caso, los valores P para la dilución y la formulación son menores a 0.05, lo que indica que estos factores tienen un impacto estadísticamente significativo sobre el contenido de vitamina C con un nivel de confianza del 95,0%.

**Tabla 30.** Prueba de Tukey HSD para el Contenido de Vitamina C en los tratamientos de bebidas funcionales.

Formulación	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
5:45:550	9	22.3844	1.4122	X
7.5:27.5:6	9	30.99	1.4122	X
10:10:80	9	41.2611	1.4122	X

<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>	<b>+/- Límites</b>
10:10:80 - 5:45:50	*	18.8767	5.09946
10:10:80 - 7.5:27.5:65	*	10.2711	5.09946
5:45:50 - 7.5:27.5:65	*	-8.60556	5.09946

\*Indica una diferencia significativa.

La Tabla 30 emplea un método de comparación múltiple para identificar cuáles valores difieren significativamente entre sí. El procedimiento utilizado para comparar medias es la Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey, ya que los tratamientos mostraron un efecto relevante en cuanto al contenido de vitamina C en las bebidas funcionales. Los resultados obtenidos indican que existen diferencias significativas entre los tratamientos. En cuanto a las mediciones, la formulación con 20% de lactosuero, 20% de yacón y 80% de aguaymanto presentó una mayor concentración de vitamina C en comparación con las otras dos formulaciones. Los contrastes entre los grupos revelan diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95,0%.

**Tabla 31.** Prueba de Tukey HSD para el Contenido de Vitamina C en los tratamientos de bebidas funcionales.

<b>Dilución</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
1:1.5	9	22.2189	1.4122	X
1:1	9	34.1667	1.4122	X
1:0.5	9	38.25	1.4122	X

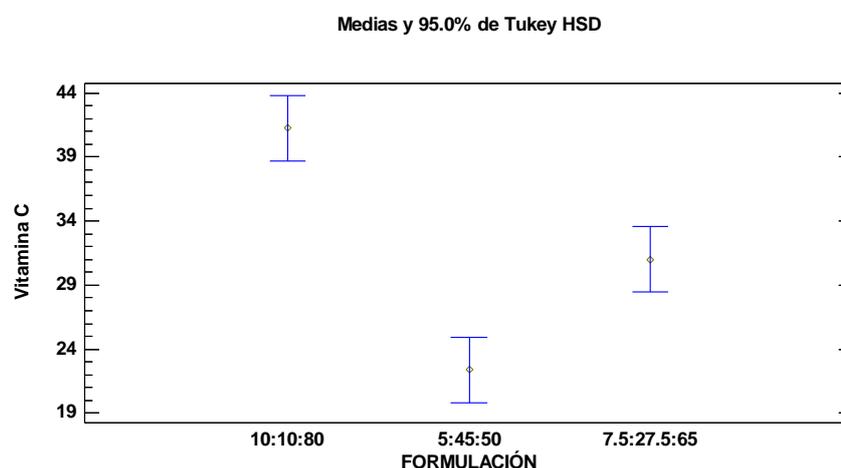
<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>	<b>+/- Límites</b>
1:05 – 1:1	*	4.08333	5.09946
1:0.5 – 1:1.5	*	16.0311	5.09946
1:1 – 1:1.5	*	11.9478	5.09946

\*Indica una diferencia significativa.

La Tabla 31 utiliza un enfoque de comparación múltiple para identificar cuáles valores presentan diferencias significativas entre sí. Los asteriscos

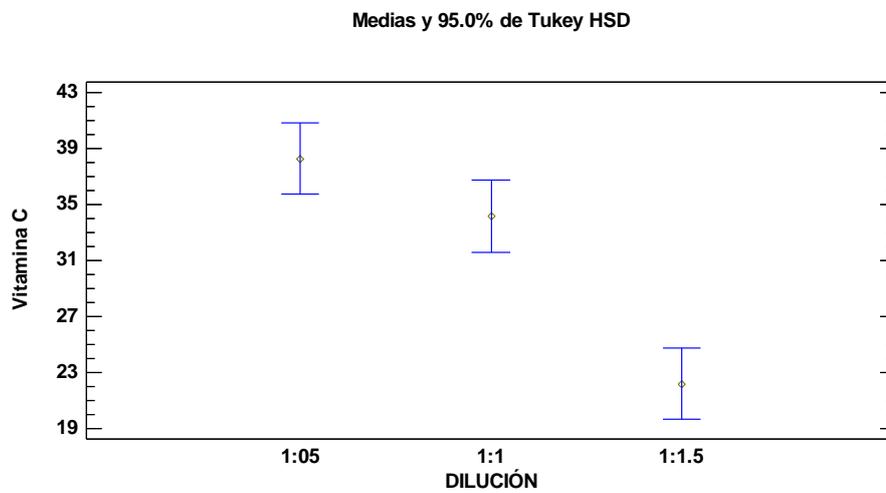
junto a los pares indican que estos pares tienen una diferencia estadísticamente relevante con un nivel de confianza del 95,0%. El procedimiento empleado para diferenciar las medias es el de Diferencias Significativas (HSD) de Tukey. Los resultados mostrados en la tabla revelan que las diluciones presentaron diferencias significativas entre sí. Además, se observa que la dilución 1 de formulación y 0.5 de agua mostró la mayor concentración de vitamina C en comparación con las otras diluciones. Los contrastes entre grupos confirman la existencia de una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95,0%.

**Figura 10.** *Grafica de los Valores promedios de Contenido de Vitamina C con respecto a las Formulaciones.*



Con respecto a la Figura 10, nos detalla gráficamente que el contenido de Vitamina C con el método de Tukey HSD muestra una diferencia significativa entre las tres formulaciones evaluadas. Se observa que los intervalos de las formulaciones no se superponen verticalmente, demostrando así que las formulaciones presentaron un efecto significativo en el contenido de Vitamina C. A simple vista se puede observar en la gráfica que la formulación de 10% de Lactosuero, 10% de Yacón y 80% de Aguaymanto presentó un mayor contenido.

**Figura 11.** Grafica de los Valores promedios de Contenido de Vitamina C con respecto a las Diluciones.



En la Figura 11, se aprecia que no existe una diferencia estadísticamente significativa en la dilución de 1:0.5 con la dilución de 1:1, puesto que los intervalos se superponen en dirección vertical. No obstante, la dilución 1:0.5 con la dilución 1:1.5 si presenta una diferencia estadísticamente significativa, de la misma manera la dilución 1:1 con 1:1.5. Concluyendo así que las diluciones de formulación y agua si afectan significativamente el contenido de Vitamina C.

#### 4.3.2. ANALISIS DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LOS TRATAMIENTOS

*Tabla 32. Contenido de Capacidad Antioxidante en los nueve tratamientos.*

Tratamiento	Factor de Dilución	Formulación	Capacidad Antioxidante ( $\mu\text{mol ET}/100 \text{ ml}$ )
T1		5:45:50	243.980 $\pm$ 0.212
T2	1:05	7.5:27.5:65	321.970 $\pm$ 1.432
T3		10:11:20	345.403 $\pm$ 1.207
T4		5:45:50	302.553 $\pm$ 1.340
T5	1:1	7.5:27.5:65	239.340 $\pm$ 0.276
T6		10:11:20	243.203 $\pm$ 0.311
T7		5:45:50	167.297 $\pm$ 1.125
T8	1:1.5	7.5:27.5:65	198.497 $\pm$ 0.765
T9		10:11:20	232.980 $\pm$ 0.264

En la Tabla 32, se muestran los resultados obtenidos de la capacidad antioxidante de los 9 tratamientos analizados mediante el método DPPH. Se puede observar en la tabla que en las formulaciones que presentan más contenido de aguaymanto, el contenido de la capacidad antioxidante aumenta, esto se evidencia en el Tratamiento3 - T3 (10% Lactosuero – 10% Yacón – 80% Aguaymanto; 1:05 Dilución), en cual presenta 345.403  $\mu\text{mol ET}/100 \text{ ml}$ .

Según lo reportado por (Chagua-Rodriguez et al., 2023) el contenido de capacidad Antioxidante en la bebida fermentada a base de lactosuero, aguaymanto y tumbo se encuentra entre 298.60 y 431.34  $\mu\text{mol ET}/100 \text{ ml}$ . El valor máximo de 431.34  $\mu\text{mol ET}/100 \text{ ml}$  que presenta el estudio es debido a la composición de la bebida, a parte del contenido de aguaymanto presenta el contenido de tumbo que su valor máximo registrado fue de 7072. 177  $\mu\text{mol ET}/100 \text{ ml}$ .

**Tabla 33.** *Análisis de Varianza de la Capacidad Antioxidante.*

<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
<b>Efectos Principales</b>					
<b>A: Dilución</b>	40827.2	2	20413.6	17.83	0.0001
<b>B: Formulación</b>	112498	2	56249.1	49.14	0.0000
<b>Residuos</b>	20605.4	18	1144.75		
<b>Total (Corregido)</b>	180881	26			

En la Tabla 33 se muestra el ANOVA – Análisis de Varianza, efectuado para la Capacidad Antioxidante de los diferentes tratamientos analizados. Los valores obtenidos para P, tanto para el factor A: Diluciones y B: Formulaciones, son estadísticamente significativas, debido a que su valor es menor a 0.05. Indicando que las formulaciones compuestas por zumo de aguaymanto, zumo de Yacón y Lactosuero son estadísticamente significativas. Esto con un nivel de confianza al 95%.

**Tabla 34.** *Prueba de Tukey HSD para el contenido de Capacidad Antioxidante por formulaciones.*

<b>Formulaciones</b>	<b>Casos</b>	<b>Media LS</b>	<b>Sigma LS</b>	<b>Grupos Homogéneos</b>
F1: 05:45:50	9	190.674	11.278	<b>X</b>
F2: 7.5:27.5:65	9	258.824	11.278	<b>X</b>
F3: 10:10:80	9	348.307	11.278	<b>X</b>

<b>Contraste</b>	<b>Sig.</b>	<b>Diferencia</b>	<b>+/- Límites</b>
F3 – F1	*	157.632	40.725
F3 – F2	*	89.4822	40.725
F1 – F2	*	-68.15	40.725

\* Indica Significancia

**Tabla 35. Prueba de Tukey HSD para el contenido de Capacidad Antioxidante por formulaciones.**

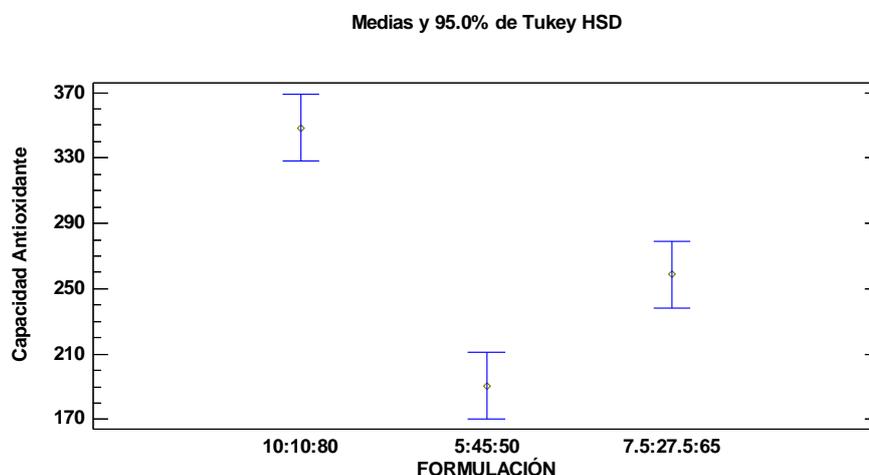
DILUCIÓN	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
01:01.5	9	222.924	11.278	X
01:01	9	257.763	11.278	X
01:05	9	317.118	11.278	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1:05 - 1:1	*	59.3544	40.725
1:05 - 1:1.5	*	94.1933	40.725
1:1 - 1:1.5	*	34.8389	40.725

\* Indica diferencia significativa

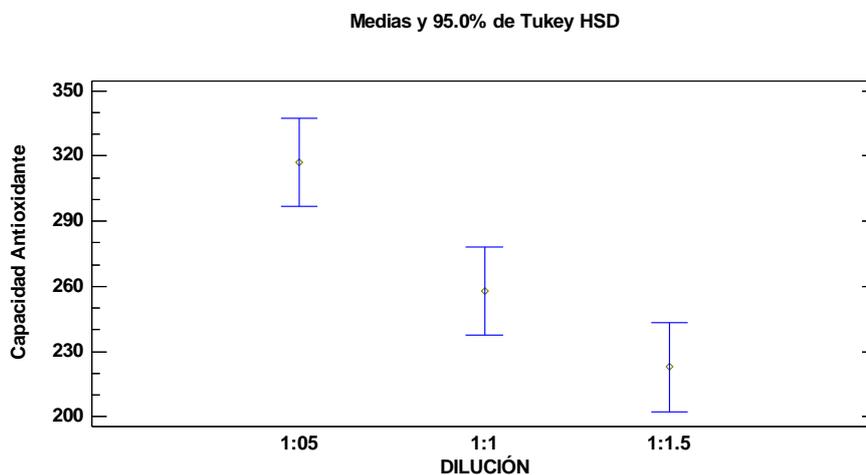
Se desarrolló un procedimiento de comparación múltiple en la Tabla 34, para determinar si los valores encontrados son estadísticamente significativos o no entre sí. Los asteriscos junto a los pares ubicados en la Tabla 34 inferior indican que estos tienen una diferencia significativa con un nivel de confianza del 95.0%. Se observa en la Tabla 35 que la formulación 3 (F3), compuesta por (10 Lactosuero, 10% Yacón y 80 Aguaymanto) estadísticamente contiene en su composición una mayor cantidad de Capacidad Antioxidante. Lo que demuestra que esta formulación contiene un mayor contenido a diferencia de las demás.

**Figura 12. Grafica de los Valores promedios de Contenido de Capacidad Antioxidante con respecto a las Formulaciones.**



En la Figura 12, se detalla en el contenido de Capacidad Antioxidante, mediante el método de Tukey HSD se muestra una diferencia significativa entre las tres formulaciones analizadas. Se observa que los intervalos de las formulaciones no se superponen verticalmente, demostrando así que las formulaciones presentaron un efecto significativo en el contenido de Capacidad Antioxidante. Se puede apreciar en la gráfica que la formulación de 10% de Lactosuero, 10% de Yacón y 80% de Aguaymanto presentó un mayor contenido de Capacidad Antioxidante.

**Figura 13.** Grafica de los Valores promedios de Contenido de Capacidad Antioxidante con respecto a las Formulaciones.



Se puede apreciar en la Figura 13, que no hay diferencia significativa en cuanto a la dilución de 1:1 con la dilución 1:1.5, a diferencia de la dilución 1:05 con la dilución 1:1 y 1:1.5. Teniendo en cuenta esta información que las diluciones de formulación y agua si afectan significativamente el contenido de capacidad antioxidantes.

### 4.3.3. ANALISIS DE PROTEÍNA EN EL TRATAMIENTO OPTIMO

Se efectuó el Análisis de Proteínas en la bebida refrescante optima (T3) para determinar el contenido de proteínas en el producto final.

**Tabla 36.** Evaluación de Contenido de Proteína en el Tratamiento Optimo.

Tratamiento	Formulación	Dilución	Proteína
T3	10% Lactosuero – 10% Yacón – 80% Aguaymanto	1:0.5	1.12 %

Nota: N.T.P. ISO 20483:2016 (revisada el 2022).

Fuente: Laboratorio ABBSER S.R.L.

Como se puede observar en el análisis de proteínas de la bebida refrescante óptima, es decir que presentó mayor aceptación por los 30 panelistas semi-entrenados, realizado por el Laboratorio ABBSER S.R.L. presentó 1.12% de contenido. Por lo cual se compara con la investigación realizada por **Chagua et.al., 2023** que, en su elaboración de bebida funcional a base de Lactosuero fermentado, Aguaymanto y Tumbo presentó un contenido de proteínas entre 1.13 y 1.92% para sus 10 Tratamientos. Es resultado fue se debe a que dentro de sus formulaciones presentaron un mayor contenido de Lactosuero de 50 y 80%, mientras que en la elaboración de nuestra bebida refrescante presentó un rango de 5 a 10%, por lo cual se puede ver la diferencia en el contenido de proteína por parte del Lactosuero. Sin embargo, nuestras formulaciones presentaron un rango del 50 al 80% de Aguaymanto, este fruto también aporta en gran medida el contenido de proteína. Es por ello que nuestra bebida funcional se asemeja en su valor con respecto a la investigación comparada.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que el lactosuero no se consume comúnmente, sino que se arroja a las fuentes de agua por desconocimiento de otros usos. El uso de este es de gran importancia por su composición con proteínas de alto valor biológico y una importante cantidad de minerales y vitaminas, que pueden obtener productos con un alto valor nutricional y ser rentables, ayudando a reducir la desnutrición en la población y asegurar el desarrollo agroindustrial aumentando la oferta de productos alimenticios con alto valor biológico a las poblaciones de bajos recursos.

## V. CONCLUSIONES

- Se logró elaborar una bebida refrescante a partir de lactosuero, yacón y aguaymanto, con el propósito de obtener un nuevo producto innovador y saludable con características sensoriales aceptables.
- Se logró caracterizar fisicoquímicamente y funcionalmente las materias primas con respecto al Yacón pH (6.38), Brix (12.17), Acidez (0.32%), Humedad (80.17%), Capacidad antioxidante (54.60  $\mu\text{mol TE/g}$ ) y Proteína (0.40 %); al Aguaymanto pH (3.75), Brix (16.50), Acidez (6.73%), Humedad (77.26%), Capacidad antioxidante (230  $\mu\text{mol TE/100g}$ ), Vitamina C (2.38 mgAO/100ml); y finalmente al Lactosuero pH (5.2), Acidez (0.14%), Brix (8).
- Se logró evaluar las propiedades fisicoquímicas de los diferentes Tratamientos, en los cuales sus valores se encuentran dentro del estándar de Bebidas, Jugos y Néctares en el contenido de (Brix, pH y Acidez) con valores entre 10.12 al 12.80; 4.062 al 4.476; y del 0.55% al 1.90% respectivamente. Estos valores se relacionan con la composición de cada Tratamiento, con respecto a la proporción de la materia prima, principalmente el aguaymanto y las diferentes diluciones. Además, se determinó la composición funcional (Capacidad antioxidante y Vitamina C) con valores desde 167.297 al 345.403  $\mu\text{mol ET/100 ml}$  y del 12.333 al 50.100 mgAO/100ml respectivamente. De igual manera se evidenció que a una mayor proporción de contenido de aguaymanto en los tratamientos la cantidad de compuestos funcionales aumentan proporcionalmente.
- La evaluación sensorial efectuado los 30 panelistas semi-entrenados, determinó que el mejor tratamiento en base a los atributos de color, olor y sabor fue el Tratamiento 3 con una concentración de 10% lactosuero, 10% yacón y 80% aguaymanto con una dilución de 1:0.5. Teniendo en cuenta que esta formulación difiere de las demás puesto que tiene un mayor contenido de aguaymanto y una menor dilución en agua.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio de vida útil a las bebidas refrescantes teniendo en cuenta el tratamiento óptimo obtenido en esta investigación abordando sus atributos sensoriales y su estabilidad física con respecto al tiempo, con la finalidad de garantizar su frescura, calidad e inocuidad alimentaria.
- Con respecto a la elaboración de la bebida refrescante a una gran escala, se debe tener en cuenta el pelado del Yacón sea de una manera automatizada, para la reducción del tiempo de exposición al ambiente, puesto que este tubérculo presenta un pardeamiento enzimático acelerado.
- Se recomienda hacer investigaciones donde el componente principal sea el Lactosuero, debido a que este aporta Proteína beneficioso para la salud, teniendo en cuenta que se mantengan aceptables los atributos sensoriales.
- Se recomienda realizar más estudios del Aguaymanto, puesto que esta fruta tiene una sustancia llamada "*Physalina*" que actúa en el sistema inmunológico que hace que evite el rechazo a órganos trasplantados. Así mismo, de su contenido alto contenido fructosa que es muy útil para diabéticos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Aguilar, A., Estrella, N., Espinoza, S., & Maldonado, L. (2021). *Evaluación sensorial y determinación de características fisicoquímicas de una bebida funcional a base de lactosuero y  $\beta$ -glucanos*. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6962/1/AGI-2021-T001.pdf>
- Alfaro Cruz, S. C. (2019). *Diseño de una bebida funcional con capacidad antioxidante a base de pulpa de mango (*Mangifera indica* L.), noni (*Morinda citrifolia*) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.)*. [ Tesis de doctorado, Universidad Nacional Federico Villareal]. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/3099>
- Andrade-Mercado, P. (2024). Análisis de Factibilidad para Crear de una Empresa Productora y Comercializadora de Chips de Yacón. *Revista Docentes 2.0*, 17(1), 330-339. <https://doi.org/10.37843/rted.v17i1.483>
- Arce, M., & Zumaran, S. (2020). *Determinación de la calidad de una bebida a base de aguaymanto (*Physallis Peruviana* l.) Edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana* B.)* [ Tesis de título, Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/85>
- Arnao, I., Seminario, J., Cisneros, R., & Trabucco, J. (2011). Antioxidant potential of 10 yacon *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson accessions native from Cajamarca - Peru. *Anales de La Facultad de Medicina*, 72(3), 239–243. <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/anales/v72n4/pdf/a03v72n4.pdf>
- Bazán Tantaleán, D. B. (2020). *Producción y caracterización de bebidas funcionales obtenidas por fermentación de zumos de frutas con gránulos de kéfir*. [ Tesis de título, Universidad Nacional de Vigo]. <http://hdl.handle.net/11093/1643>
- Bedoya. (2016). *Trabajos seleccionados sobre producción lechera en la sierra ecuatoriana*.
- Brito, H., Santillán, A., Ramos, M., & Arteaga, E. (2015). Aprovechamiento del suero de leche como bebida energizante para minimizar el impacto

ambiental. *European Scientific Journal*, 11(26), 1857–7881.  
<https://ejournal.org/index.php/esj/article/view/6245>

Burbano, J. (2019). *Influencia de la pasteurización abierta y al vacío en las propiedades fisicoquímicas y la aceptabilidad de un néctar de piña (Ananas comosus L.), naranjilla (Solanum quitoense Lam.) y borojó (Borojoa patinoi Cuatrec.)*. [Tesis de título, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/11964>

Cabrera Risco, B. A., & Ruiz Pérez, T. V. P. (2019). *Elaboración de una bebida energizante a base de plantas naturales yacon (smallanthus sonchifolius), aguaymanto (physalis peruviana) y guaraná (paullinia cupana)* [Tesis de título, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3406>

Castillo Montes, O. Á. (2021). *Formulación y elaboración de una bebida nutritiva a base de Lactosuero con zumo de Aguaymanto (Physalis peruviana)*. [Tesis de título, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/4944>

Cao, Y., Ma, Z. F., Zhang, H., Jin, Y., Zhang, Y., & Hayford, F. (2018). Phytochemical properties and nutrigenomic implications of yacon as a potential source of prebiotic: Current evidence and future directions. *Foods*, 7(4). <https://doi.org/10.3390/foods7040059>

Chagua-Rodríguez, P., Malpartida-Yapias, R. J., Torres-Gutiérrez, E. R., Quispe-Santivañez, G. W., Linares, G., & Rojas, M. L. (2023). Development of a functional beverage based on fermented whey, goldenberry (*Physalis peruviana* L.), and tumbo (*Passiflora mollissima*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 76(3), 10505–10516. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v76n3.105693>

Chiroque, J., Dioses, E., & Masias, T. (2019). *Elaboración y caracterización de una bebida funcional a partir de la granada (Punica granatum l.), edulcorado con estevia en la ciudad de Piura - PERU, 2019. 87. ).* [Tesis de título, Universidad Nacional de Piura]. <https://core.ac.uk/reader/250078140>

- Contreras, E. (2019). “*Optimización de la bebida funcional a partir de aguaymanto (physalis peruviana) y mashua amarilla (tropaeolum tuberosum) utilizando el método de superficie de respuesta.*” [Tesis de título, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2979>
- Contreras, E., & Purisaca, J. (2018). *Elaboración y evaluación de una bebida funcional a partir de yacón (Smallantus sonchifolius) y piña (ananas comusus) endulzado con stevia.* [Tesis de título, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3060>
- Corrales-Melgar Díaz, D. (2020). *Beneficios del consumo del fruto de Physalis peruviana L.: una revisión narrativa.* [Proyecto de Investigación, Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f8897aaa-f8e8-4d85-ab0d-99382b7d2c2f/content>
- Cortez, J. X. M., Patiño, D. A. P., Paredes, J. F. M., & Castillo, V. E. V. (2022). Lactosuero: materia prima para la elaboración de productos con valor agregado. Boletín Informativo CEI, 9(1), 103-106. <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/3017>
- De Andrade, E. F., de Souza Leone, R., Ellendersen, L. N., & Masson, M. L. (2014). Phenolic profile and antioxidant activity of extracts of leaves and flowers of yacon (Smallanthus sonchifolius). *Industrial Crops and Products*, 62, 499–506. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.09.025>
- Dos Santos, K. C., Bueno, B. G., Pereira, L. F., Francisqueti, F. V., Braz, M. G., Bincoletto, L. F., Da Silva, L. X., Ferreira, A. L. A., De Melo Stevanato Nakamune, A. C., Chen, C. Y. O., Blumberg, J. B., & Corrêa, C. R. (2017). Yacon (Smallanthus sonchifolius) Leaf Extract Attenuates Hyperglycemia and Skeletal Muscle Oxidative Stress and Inflammation in Diabetic Rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/6418048>

- Etzbach, L., Meinert, M., Faber, T., Klein, C., Schieber, A., & Weber, F. (2020). Effects of carrier agents on powder properties, stability of carotenoids, and encapsulation efficiency of goldenberry (*Physalis peruviana* L.) powder produced by co-current spray drying. *Current Research in Food Science*, 3(November 2019), 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2020.03.002>
- Fernández, F. (2018). *Formulación de una bebida funcional a base de Beta vulgaris L. Y Equisetum arvense L. para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales*. [Tesis de título, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/1432>
- Flores, Rosa, L., Morales, & Salas. (2018a). *Planeamiento Estratégico de la Industria Peruana del Aguaymanto Polk Flores Chipana Lilian La Rosa Julca Sergio Morales Sagástegui Soledad Salas Polo Asesor: Prof . Joaquín Barreto Fuentes*. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12026>
- Flores, Rosa, L., Morales, & Salas. (2018b). *Planeamiento Estratégico de la Industria Peruana del Aguaymanto Polk Flores Chipana Lilian La Rosa Julca Sergio Morales Sagástegui Soledad Salas Polo Asesor: Prof . Joaquín Barreto Fuentes*. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12026>
- Gamonal Castillo, Z., & Olivares Muñoz, S. V. (2020a). Obtención de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en almíbar a diferentes formas de troceado y concentraciones de esteviosido. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2(2), 21. <https://doi.org/10.25127/ucni.v2i2.512>
- Gamonal Castillo, Z., & Olivares Muñoz, S. V. (2020b). Obtención de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en almíbar a diferentes formas de troceado y concentraciones de esteviosido. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 2(2), 21. <https://doi.org/10.25127/ucni.v2i2.512>
- García-Godos, P., Prado-Sumari, I., Estrada, R., & Millán, B. (2022a). Caracterización morfológica in situ de 34 accesiones de *Physalis*

*peruviana* L. del departamento de Ayacucho (Perú). *Información Tecnológica*, 33(2), 169–180. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642022000200169>

García-Godos, P., Prado-Sumari, I., Estrada, R., & Millán, B. (2022b). Caracterización morfológica in situ de 34 accesiones de *Physalis peruviana* L. del departamento de Ayacucho (Perú). *Información Tecnológica*, 33(2), 169–180. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642022000200169>

Graefe, S., Hermann, M., Manrique, I., Golombek, S., & Buerkert, A. (2004). Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. *Field Crops Research*, 86(2–3), 157–165. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2003.08.003>

Guiné, R.P.F., Goncalves, F.J.A., Oliveira, S.F., y Correia, P.M.R. (2020) Evaluation of Phenolic Compounds, Antioxidant Activity and Bioaccessibility in *Physalis peruviana* L. *International Journal of Fruit Intake*. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1741056>

Huaman, J. T., Yesenia, T., & Montalvo, O. (2022). Evaluación del efecto de concentración en una bebida funcional a partir de tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*) Elaboración de una bebida funcional de consumo en el mundo, logrando una tasa de alta calidad sensorialmente acep. 383–392. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.175>

Huayco, H, Aruquipa, R, Mercado, G, Trigo, R, Bosque, H, y Condori, J. (2016). Conocimientos tradicionales en yacón o aricomá (*Smallanthus sonchifolius*) en comunidades de mocomoco, Coroico e irupana de la Paz. *Scielo Peru*. 3(2), 39- 49. Recuperado a partir de, <http://riiarn.agro.umsa.bo/index.php/RIIARn/article/view/69>

Iman Torres, T., & Zapata Chávez, J. J. (2021). *Formulación y obtención de bebida funcional a base de jarabe de yacón (Smallanthus sonchifolius) y jugo de pitahaya (Hylocereus ocamponis)*. [Tesis de título, Universidad

Nacional Pedro Ruiz Gallo].  
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9423>

Jimenez. (2017). *Las bebidas funcionales como respuesta a un consumidor cada vez más preocupado por la salud.* [Tesis de título, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623508/Delgado\\_cd.pdf?sequence=14](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623508/Delgado_cd.pdf?sequence=14)

León, C. (2016). *Influencia de la concentración del zumo en la bebida a partir de yacón (smallanthus sonchifolius).* [Tesis de título, Universidad Nacional Hermilio].  
<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/1482>

Martínez Rodríguez, Angelly Patricia, De Paula, Claudia Denise, & Simanca, Mónica María. (2020). Bebida láctea fermentada a partir de suero de quesería con adición de pulpa de maracuyá. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 36(3), 203-209. Recuperado en 12 de octubre de 2024, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0254-07702013000300002&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702013000300002&lng=es&tlng=es)

MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2019. Disponible en <http://www.minagri.gob.pe/portal/sistemas-de-informacion>

MINCETUR (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo). 2019. Consultado 26 may. 2019. Disponible en <https://www.mincetur.gob.pe/?s=precio+de+exportacion+&lang=es>

Minagri (2020). *Correo / La República/ Agronegocios/ National Institutes of Health/ Del Perú Biblioteca de Medicina de los EE. UU. Perú Info.*  
<https://www.gob.pe/midagri>

Minchola-Castañeda, K., Luzuriaga-Tirado, E., Montalvo-Rodríguez, A., Moncada-Carrera, J., Morales-Ibañez, F., & Gil-Reyes, W. (2022). Propiedades beneficiosas del yacón (*smallanthus sonchifolius*) en la salud. *Más Vita*, 4(3), 87–98. <https://doi.org/10.47606/acven/mv0135>

- Muñoz Rojas, A. G., & Vega Viera, J. A. (2018). *Estudio comparativo de la acción hidrolizante de las enzimas lácticas procedentes de Kluyveromyces Lactis y Aspergillus Oryzae en el deslactosado del suero de quesería*. 161. [Tesis de título, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3116>
- Muñoz, S. (2020). *Efecto de la adición de harina de moringa (Moringa oleífera) oleífera) y del edulcorante estevia (Stevia rebaudiana) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una bebida funcional de aguaymanto (Physalis peruviana L.)*. [Tesis de título, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7012>
- Muñoz Villanueva, S. C. (2021). *Efecto de la adición de harina de moringa (Moringa oleífera) y del edulcorante estevia (Stevia rebaudiana) sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una bebida funcional de aguaymanto (Physalis peruviana L.)*. [Tesis de título, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7012>
- Myint, P. P., Dao, T. T. P., & Kim, Y. S. (2019). Anticancer activity of smallanthus sonchifolius methanol extract against human hepatocellular carcinoma cells. *Molecules*, 24(17). <https://doi.org/10.3390/molecules24173054>
- Nastar. (2022). *Producción de una bebida funcional a partir de mezclas de suero de leche de cabra y jugos de frutos andinos, fermentadas con gránulos de kéfir*. [Tesis de título, Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12973>
- Novoa, R. H. (2006). La madurez del fruto y el secado del cáliz influyen en el comportamiento poscosecha de la uchuva, almacenada a 12 °C (*Physalis peruviana L.*). *Agronomía Colombiana*, 24(1), 77–86. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-99652006000100010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652006000100010)

- Obregón-La Rosa, A. J., Augusto-Elías-Peñafield, C. C., Contreras-López, E., Arias-Arroyo, G. C., & Bracamonte-Romero, M. (2021a). Características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 23(1), 17–25. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.202>
- Obregón-La Rosa, A. J., Augusto-Elías-Peñafield, C. C., Contreras-López, E., Arias-Arroyo, G. C., & Bracamonte-Romero, M. (2021b). Características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 23(1), 17–25. <https://doi.org/10.18271/ria.2021.202>
- Ojansivu, I., Ferreira, C. L., & Salminen, S. (2011). Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use. *Trends in Food Science and Technology*, 22(1), 40–46. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.11.005>
- Paredes, I. E., & Areche, F. O. (2021). Elaboración de una bebida funcional a base de malta de *Amaranthus caudatus* L. y pulpa de *Hylocereus triangularis*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 3353-3366. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/536>
- Paredes, & Ore. (2021). Elaboración de una bebida funcional a base de malta de *Amaranthus caudatus* L. y pulpa de *Hylocereus triangularis*. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(3), 3353–3366. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i3.536](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.536)
- Perez, Carrido, Serradilla, Nuñez, Ares, & Sanchez. (2016). ANÁLISIS NIRS DE PARÁMETROS QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LECHE DE CABRA Y SUERO DE QUESERÍA. 10(1), 1–52. <https://doi.org/10.21608/pshj.2022.250026>
- Puerta-Polanco, F. M., & García, M. A. (2013). *Poep. & Endl) H. Robinson colectados en la ecorregión Eje Cafetero de Colombia Morphological and molecular characterization of yacon materials (Smallanthus sonchifolius Poep. & Endl)*. [Tesis de magister, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7359>

- Ramos Crispin, R. A. (2011). *Evaluación de la capacidad antioxidante de productos tradicionales de la Región Junín “Granadilla, Guinda, Habas, Quiwicha, Oca, Quinoa, Tuna, Tumbo y Yacon.* [Tesis de título, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1219>
- Rodríguez-Basantes, A. I., Abad-Basantes, C. A., Pérez-Martínez, A. M. A. U. R. Y., & Diéguez-Santana, K. A. R. E. L. (2020). Elaboración de una bebida a base de suero lácteo y pulpa de *Theobroma grandiflorum*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(2), 166-175. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(18\)166-175](https://doi.org/10.18684/bsaa(18)166-175)
- Rincón-García, D. J., Sepúlveda-Valencia, J. U., & Ciro-Velásquez, H. J. (2020). Evaluation of diafiltration process for concentration of the protein in the sweet whey from cheese factory. *Dyna*, 87(214), 239-247. <http://doi.org/10.15446/dyna.v87n214.82795>
- Rojas, E. (2015). *Optimización de la incorporación de aloe vera en yacón (smallanthus sonchifolius poepp. & endl.) mediante impregnación a vacío.* [Tesis de magister, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://es.scribd.com/document/396111335/TESIS-ALOE-Y-YACON>
- Romero Samanez, O. (2019). *Características fisicoquímicas y organolépticas del zumo de dos variedades de Yacón (Smallanthus sonchifolius).* [Tesis de título, Universidad Nacional José María Arguedas]. <https://repositorio.unajma.edu.pe/handle/20.500.14168/632>
- Rueda Villanueva, M. L., & Trinidad Carbajal, R. E. (2020). *Influencia de la bromelina de cáscara de piña (Ananas comisus) en el pretratamiento para inhibir el pardeamiento enzimático en el deshidratado de yacón (Smallanthus sonchifolius).* [Tesis de título, Universidad Nacional “Hermilio Valdizán”]. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/6437>
- Salvatierra, D. (2015). *Determinación de la composición química proximal, carbohidratos totales, azúcares libres y fructanos del tipo Inulina - Fructooligosacáridos del Yacón.* In *Repositorio de la Universidad Peruana Cayetano Heredia*. [Tesis de título, Universidad Peruana

<https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/668>

Sant'Anna, M. de S. L., Rodrigues, V. C., Araújo, T. F., Oliveira, T. T. de, Pelúzio, M. do C. G., & Ferreira, C. L. de L. F. (2018). Yacon Product (PBY) Modulates Intestinal Constipation and Protects the Integrity of Crypts in Wistar Rats. *Food and Nutrition Sciences*, 09(12), 1391–1407. <https://doi.org/10.4236/fns.2018.912101>

Simanca-Sotelo, M., De Paula, C., Domínguez-Anaya, Y., Pastrana-Puche, Y., & Álvarez-Badel, B. (2021a). Physico-chemical and sensory characterization of sweet biscuits made with Yacon flour (*Smallanthus sonchifolius*). *NFS Journal*, 22(July 2020), 14–19. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.12.001>

Simanca-Sotelo, M., De Paula, C., Domínguez-Anaya, Y., Pastrana-Puche, Y., & Álvarez-Badel, B. (2021b). Physico-chemical and sensory characterization of sweet biscuits made with Yacon flour (*Smallanthus sonchifolius*). *NFS Journal*, 22(July 2020), 14–19. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.12.001>

Soto-Zuluaga, J. D. (2022). *Estudio de mercado para la comercialización de productos a base de Yacón para el Oriente Antioqueño*. [Tesis de título, Universidad Católica de Oriente]. <https://doi.org/10.37843/rted.v17i1.483>

Tacanga, W. A. R. (2015). *Características y propiedades funcionales de Physalis peruviana "Aguaymanto"*. [Tesis de título, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/items/95249720-c412-4870-a0f7-c336d95aabba>

Vásquez Vitón, N. L. (2023). *Evaluación del Contenido de Vitamina C y Capacidad Antioxidante de un Néctar Mixto a partir de Zumos de Aguaymanto (Physalis peruviana L.), Tomate de Árbol (Solanum betaceum.) y Piña (Ananas comosus)*. [Tesis de título, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/items/80db2c7f-a862-40ba-bb68-1e1a99a31fb5>

- Velasquez, & Velasquez. (2017). Bebida funcional con potencial antidiabético y antihipertensivo elaborada con maíz azul y frijol negro bioprocesados. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(4), 451–459. <https://doi.org/10.35196/rfm.2017.4.451-459>
- Veliz, & Espinoza. (2009). Evaluación del contenido de vitamina c, beta caroteno y actividad antioxidante total en el fruto de aguaymanto liofilizado. 06, 37–43. [https://www.researchgate.net/publication/357867932\\_EVALUACION\\_DE\\_L\\_CONTENIDO\\_DE\\_VITAMINA\\_C\\_BETA\\_CAROTENO\\_Y\\_ACTIVIDAD\\_ANTIOXIDANTE\\_TOTAL\\_EN\\_EL\\_FRUTO\\_DE\\_AGUAYMANTO\\_LIOFILIZADO](https://www.researchgate.net/publication/357867932_EVALUACION_DE_L_CONTENIDO_DE_VITAMINA_C_BETA_CAROTENO_Y_ACTIVIDAD_ANTIOXIDANTE_TOTAL_EN_EL_FRUTO_DE_AGUAYMANTO_LIOFILIZADO)
- Vera Cieza, R. (2023). Evaluación de la proporción óptima de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y piña (*Ananas comosus*) de una bebida funcional enriquecida con linaza. [tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cf2aeea5-69c6-480e-bdd6-5c5f4d31d3f8/content>
- Zamudio, D. (2015). Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la concentración de fructooligosacáridos en yacón fresco (*smallanthus sonchifolius*). [Tesis de título, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/items/2c96c65b-86c0-45f6-a196-e7183821bb72>
- Zanin, E., Horst, E. H., Silva, C. A. D., & Bumbieris Junior, V. H. (2022). Effects of acid whey on the fermentative chemical quality and aerobic stability of rehydrated corn grain silage. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 13(4), 943-961. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i4.5958>

## VIII. ANEXOS

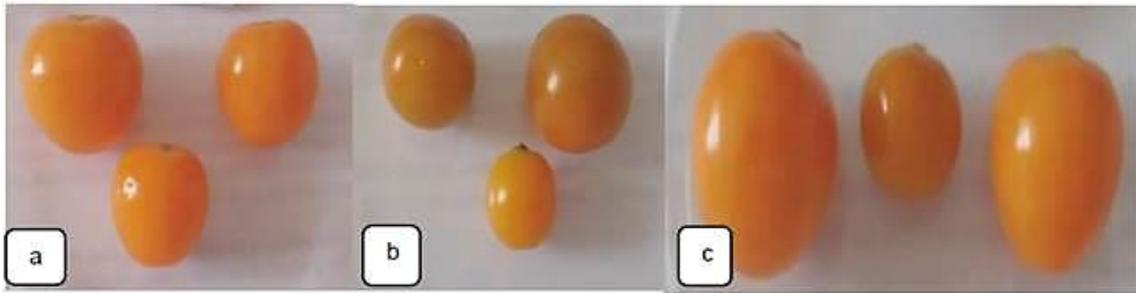
### ANEXO 1. CARACTERIZACIÓN MORFOLOGICA DE LA MATERIA



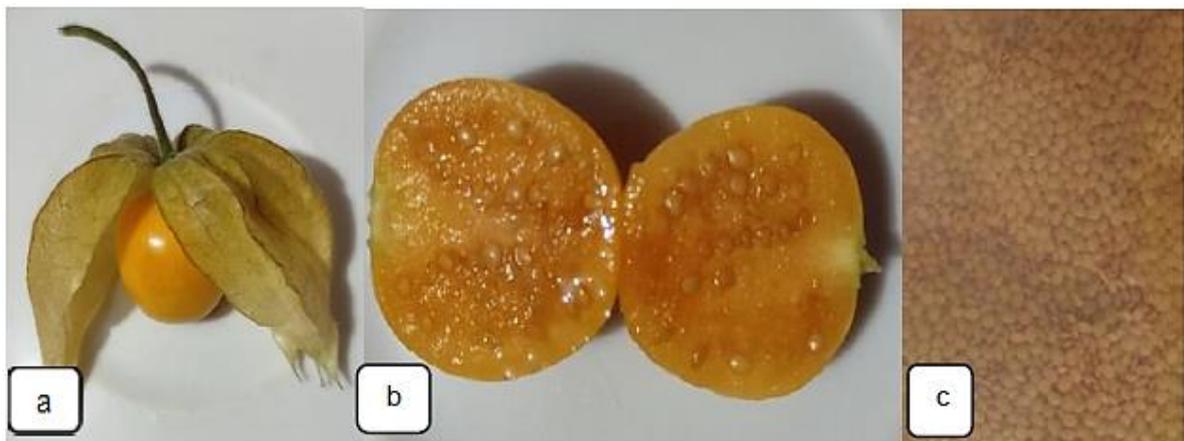
*Figura 14. Caracterización morfológica del Lactosuero.*



*Figura 15. Forma del cáliz. a) Urceolado b) Semicampanulado.*



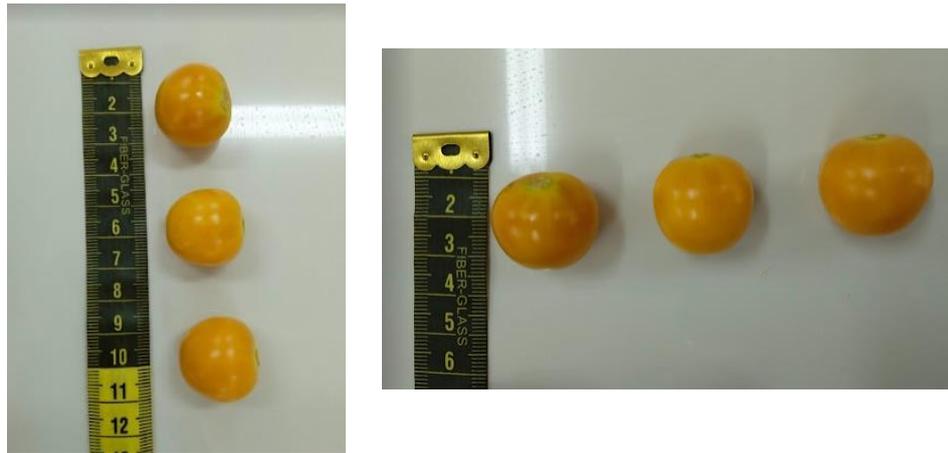
**Figura 16.** Forma de los frutos. a) Ovoide. b) Globosa. c) Elipsoide.



**Figura 17.** Frutos y semillas de *Physalis peruviana* L. a) Cáliz y fruto. b) Fruto con semillas. c) Semillas.



**Figura 18.** Forma del cáliz; Urceolado; Semicampanulado.



*Figura 19. Característica morfológica del aguaymanto.*



*Figura 20. Característica morfológica del aguaymanto.*



*Figura 21. Caracterización morfológica del yacón.*

## ANEXO 2. DETERMINACIÓN DE ACIDÉZ

### Descripción del proceso aplicando el Método:

- Medir en volumen disolviendo 5 gramos de las muestras en 20 ml de agua, para las frutas y en el lactosuero no se usó disolución.
- Se utiliza como indicador una solución de fenolftaleína (2 a 3 gotas aprox.).
- Titular la muestra con la solución de hidróxido de sodio 0.1N.
- El color final debe persistir durante unos segundos.

### Fórmula para la determinación de la acidez:

$$\%Acidéz = \frac{N \times Peq. \times Gasto}{mg} \times 100$$

#### Donde:

**N:** Normalidad del NaOH

**Peq.:** Peso mili equivalente del ácido predominante

✓ Para el aguaymanto: Ácido cítrico (**0.064**)

✓ Para el yacón: Ácido málico (**0.067**)

✓ Para de la leche: Ácido láctico (**0.090**)

**mg:** Peso de la muestra g.

**V:** Volumen en mililitros del álcali utilizado



*Figura 22. Titulación con Hidróxido de sodio 0.1N.*

### ANEXO 3. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD

#### Descripción del proceso aplicando el Método:

- Pesar 5 gramos por cada muestra en las placas Petri, previamente limpias y secas.
- Llevar a la estufa con una temperatura de  $100\pm 3^{\circ}\text{C}$  por 3 horas aproximadamente.
- Enfriar las muestras en la campana de desecación por unos minutos y finalmente pesar.

#### Fórmula para la determinación de humedad:

$$\% \text{Humedad} = \frac{(P_1 - P_2)}{m} \times 100$$

#### Donde:

**P<sub>1</sub>**: masa de la placa más la masa húmeda en gramos.

**P<sub>2</sub>**: masa de la placa más la muestra seca en gramos.

**m**: masa de la muestra en gramos.



*Figura 23. Pesado del yacón.*



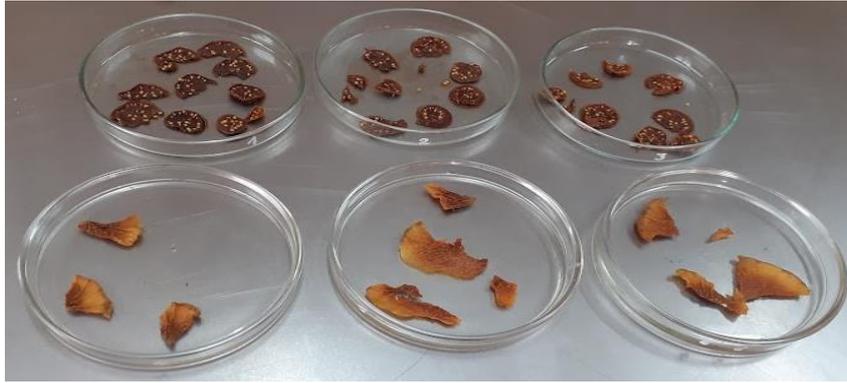
**Figura 24.** *Pesado del Aguaymanto.*



**Figura 25.** *Muestras seleccionadas para la determinación de la humedad.*



**Figura 26.** *Muestras ingresando a la Estufa.*



***Figura 27. Muestras Pesadas - salidas de la estufa.***

#### ANEXO 4. DETERMINACIÓN DE CENIZAS

##### Descripción del proceso aplicando el Método:

- Pesar el crisol, previamente limpio y seco.
- Pesar 5 gramos de la muestra en el crisol e incinerar con la ayuda de la cocina eléctrica, hasta su total carbonización.
- Llevar la muestra a la mufla y calcinar a 550-600°C por un periodo de tiempo de 3 a 5 horas hasta obtener las cenizas blancas.
- Retirar el crisol de la mufla y llevar a la campana de desecación por unos 30 minutos a temperatura ambiente.
- Pesar el crisol con las cenizas obtenidas.

##### Fórmula para la determinación de cenizas:

$$\%Cenizas = \frac{(P_1 - P_2)}{m} \times 100$$

##### Donde:

**P<sub>1</sub>**: masa del crisol en gramos.

**P<sub>2</sub>**: masa del crisol más cenizas en gramos.

**m**: masa de la muestra en gramos.



*Figura 28. Secado del crisol.*



*Figura 29. Pesado del crisol.*



*Figura 30. Pesado de la muestra.*



*Figura 31. Carbonización de la muestra.*



*Figura 32. Destrucción de la materia orgánica de la muestra.*

## ANEXO 5. DETERMINACIÓN DEL PH

### Descripción del Proceso por Método de Electrodo:

- Asegurar la limpieza del electrodo



*Figura 33. Determinación de pH del Aguaymanto.*



*Figura 34. Determinación de pH del Yacón.*

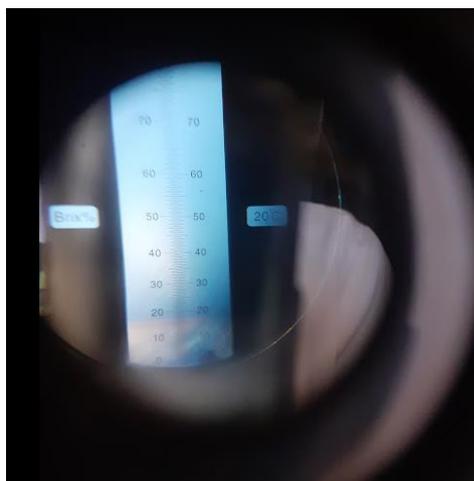
**ANEXO 6. PROCEDIMIENTO DE LA DETERMINACIÓN DE °BRIX**



*Figura 35. pH-metro para la medición de las muestras.*



*Figura 36. Determinación de sólidos solubles de las muestras.*



*Figura 37. Lectura de sólidos solubles de las muestras.*

## ANEXO 7. DETERMINACIÓN DE VITAMINA C

### Descripción del proceso aplicando el Método:

- Preparar una solución de ácido oxálico con 4gr. Llevar a un volumen de 1000 ml con agua destilada en una Fiola.
- Pesar 5 gr de muestra y diluir con agua destilada. Y posteriormente filtrar.
- Formular en 3 tubos de prueba y enumerarlas para agregar lo siguiente:
  - ✓ Tubo 1: 1 ml de Acido Oxálico + Colorante (2-6DFIF).
  - ✓ Tubo 2: 1 ml de Muestra filtrada + 9 ml de Agua destilada.
  - ✓ Tubo 3: 1 ml de Muestra filtrada + Colorante (2-6DFIF).
- Determinar L1 y L2 para calcular la absorbancia (L1-L2) y obtener la concentración de ácido ascórbico a partir de la curva estándar.



*Figura 38. Equipo para la determinación de Vitamina C.*



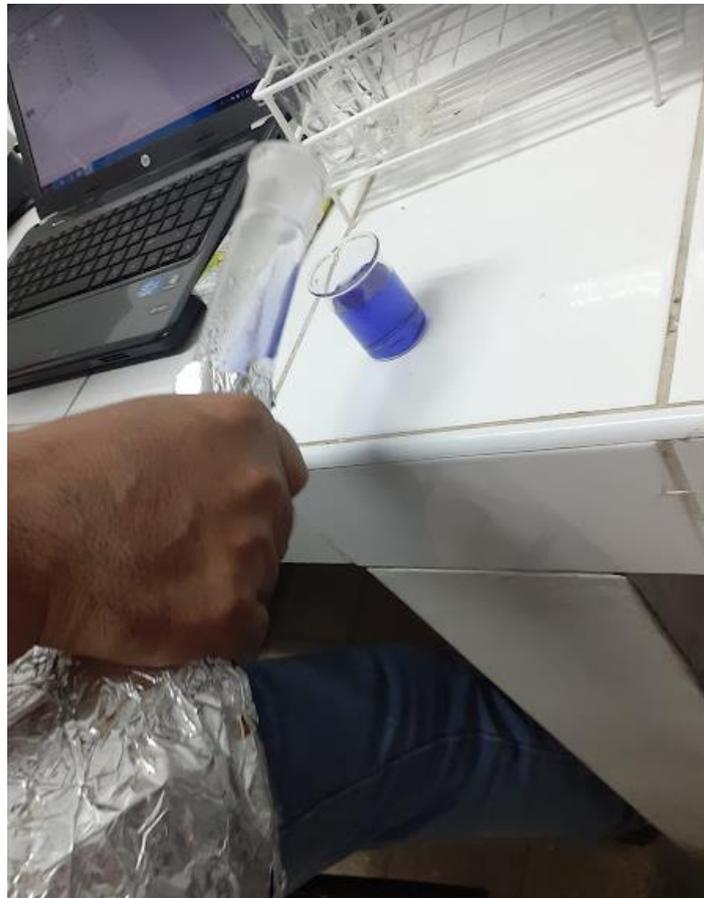
*Figura 39. Lectura de la muestra patrón.*



*Figura 40. Filtrado de los extractos y formulaciones.*



*Figura 41. Muestras filtradas.*



*Figura 42. Azul de metileno.*



*Figura 43. Muestras preparadas para lecturar.*



*Figura 44. Muestras llevadas al espectrofotómetro.*

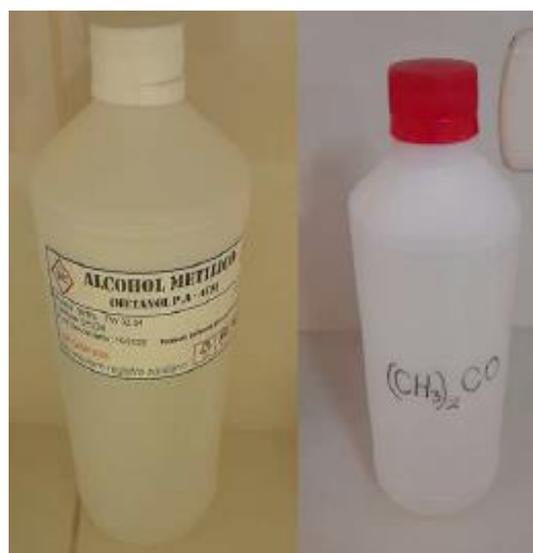
## ANEXO 8. DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA BEBIDA

### Descripción del procesos - extracción del extracto:

- Pesar 5g de muestra
- Agregar metanol al 80% , mezclar y cubrir con papel aluminio por 24h
- Ajustar el pH del reactivo con HCL
- Medir 0.1 ml de extracto + 4 ml de solución (80%) de DPPH
- Preparar y medir muestras
- Lectura de muestras



*Figura 45. Acopio de (DPPH).*



*Figura 46. Acopio de Acetona y Metanol.*



*Figura 47. Pesado de muestras.*



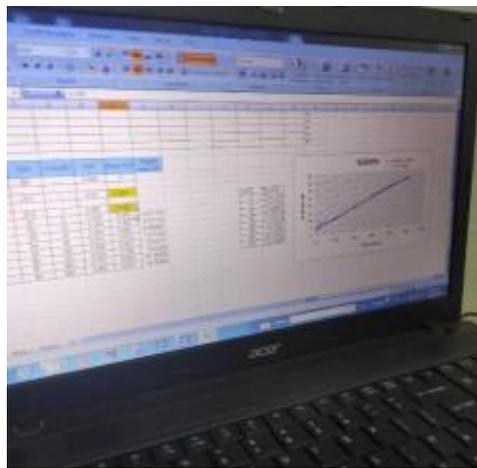
*Figura 48. Ajuste del pH del Metanol con HCL.*



*Figura 49. Soluciones de DPPH en Baño María.*



*Figura 50. Preparación de muestras.*



*Figura 51. Lectura de Muestras.*

**ANEXO 9. ELABORACION DE LA BEBIDA FUNCIONAL**



*Figura 52. Recepción de la materia prima (Yacón).*



*Figura 53. Pesado de la materia prima (Yacón).*



***Figura 54.***Recepción de la materia prima (Aguaymanto).



***Figura 55.***Pelado de la materia prima (Aguaymanto).



*Figura 56. Pesado de la materia prima (Aguaymanto).*



*Figura 57. Obtención del extracto de Aguaymanto.*



*Figura 58. Obtención del extracto de Yacón.*



*Figura 59. Formulaciones de la bebida funcional.*

**ANEXO 10. EVALUACIÓN SENSORIAL**



*Figura 60. Evaluación sensorial pro los panelistas semi-entrenados.*

## ANEXO 11. FICHA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL

### FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL PARA LA BEBIDA FUNCIONAL

- Nombre:

\_\_\_\_\_

- Fecha: \_\_\_\_\_

Frente a usted se presentan 9 muestras de la bebida funcional a partir de lactosuero, yacón y aguaymanto. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Puntaje	Categoría
<b>1</b>	Me disgusta mucho
<b>2</b>	Me disgusta
<b>3</b>	Ni me gusta ni me disgusta
<b>4</b>	Me gusta
<b>5</b>	Me gusta mucho

CODIGO	Calificación para cada atributo			ACEPTABILIDAD GENERAL
	OLOR	COLOR	SABOR	