

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**Compuestos bioactivos en nectar deshidratado de Mashua
(*Tropaeolum tuberosum*), Camu Camu (*Myrciria dubia*)
y Arándano (*Vaccinium myrtillus*)**

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

Autores:

**Bach. Acosta Campos, Brayan Jesus
Bach. Mendoza Chuqui, Freddy Leonardo**

Asesora:

**Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta
DNI N° 19096335
Código ORCID: 0000-0003-1659-9874**

**Nuevo Chimbote - PERÚ
2026**



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

**“COMPUESTOS BIOACTIVOS EN NECTAR DESHIDRATADO DE MASHUA
(*Tropaeolum tuberosum*), CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*) Y ARÁNDANO (*Vaccinium
myrtilus*)”**

Autores:

Bach. Acosta Campos, Brayan Jesus
Bach. Mendoza Chuqui, Freddy Leonardo

Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta
ASESOR

DNI. N°: 19096335

Código ORCID: 0000-0003-1659-9874



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 “**COMPUESTOS BIOACTIVOS EN NECTAR DESHIDRATADO DE MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*), CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*) Y ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*)**” para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los bachilleres: **Acosta Campos Brayan Jesus**, con código de matrícula 0201712056 y **Mendoza Chuqui Freddy Leonardo**, con código de matrícula 0201712058, que tienen como asesor **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas**, según R.D. N° 541-2021-UNS-CFI. Ha sido revisado y aprobado el día 29 de diciembre del 2025 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante la resolución N° 660-2024-UNS-CFI. Revisado y evaluado por el siguiente jurado evaluador.



M.Sc. Saúl Marco Eusebio Lara

Presidente

DNI: 32854604

Código ORCID: 0000-0001-6875-240X

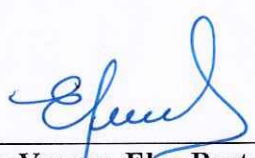


Dr. Daniel Angel Sanchez Vaca

Secretario

DNI: 401698364

Código ORCID: 0000-0003-4326-1852



Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta

Integrante

DNI. N°: 19096335

Código ORCID: 0000-0003-1659-9874

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 horas del día veintinueve de diciembre del dos mil veinticinco, se instalaron en el Pabellón de Agroindustrial, Aula Multimedia de la EPIA - 1er. Piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 660-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- M.S.c Saúl Marco Eusebio Lara Presidente
- Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca Secretario
- Dra. Elza Berta Aguirre Vargas Integrante
- Ms. Any Berenice Córdova Chang Accesitario

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

“COMPUESTOS BIOACTIVOS EN NECTAR DESHIDRATADO DE MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*), CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*) Y ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*)” elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- ACOSTA CAMPOS BRAYAN JESUS
- MENDOZA CHUQUI FREDDY LEONARDO

Asimismo, tiene como Asesor la docente **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas**

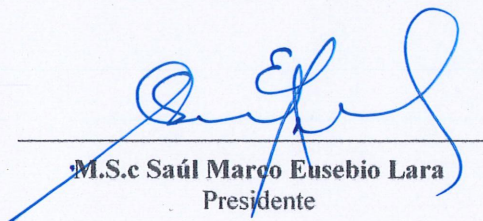
Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos 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:

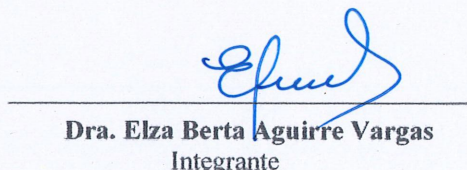
NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
ACOSTA CAMPOS BRAYAN JESUS	18	BUENA

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

Nuevo Chimbote, 29 de diciembre del 2025.


M.S.c Saúl Marco Eusebio Lara
Presidente


Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca
Secretario


Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 horas del día veintinueve de diciembre del dos mil veinticinco, se instalaron en el Pabellón de Agroindustrial, Aula Multimedia de la EPIA - 1er. Piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 660-2024-UNS-CFI integrado por los docentes:

- M.S.c Saúl Marco Eusebio Lara Presidente
- Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca Secretario
- Dra. Elza Berta Aguirre Vargas Integrante
- Ms. Any Berenice Córdova Chang Accesitario

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

“COMPUESTOS BIOACTIVOS EN NECTAR DESHIDRATADO DE MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*), CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*) Y ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*)” elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- ACOSTA CAMPOS BRAYAN JESUS
- MENDOZA CHUQUI FREDDY LEONARDO

Asimismo, tiene como Asesor la docente **Dra. Elza Berta Aguirre Vargas**

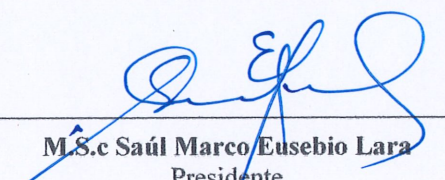
Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

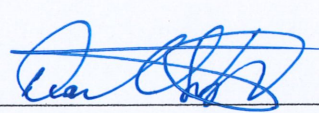
El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

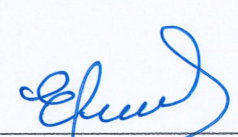
NOMBRES Y APELLIDOS	NOTA VIGESIMAL	CONDICIÓN
MENDOZA CHUQUI FREDDY LEONARDO	18	BUENO

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

Nuevo Chimbote, 29 de diciembre del 2025.


M.S.c Saúl Marco Eusebio Lara
Presidente


Dr. Daniel Ángel Sánchez Vaca
Secretario


Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
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: Elza Aguirre
Título del ejercicio: "COMPUESTOS BIOACTIVOS EN NECTAR DESHIDRATADO DE M...
Título de la entrega: TESIS ACOSTA CAMPOS Y MENDOZA.pdf
Nombre del archivo: TESIS_ACOSTA_CAMPOS_Y_MENDOZA.pdf
Tamaño del archivo: 3.41M
Total páginas: 140
Total de palabras: 25,460
Total de caracteres: 139,719
Fecha de entrega: 09-feb-2026 11:12a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2875009088

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



"COMPUESTOS BIOACTIVOS EN NECTAR DESHIDRATADO DE
MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*), CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*)
Y ARÁNDANO (*Vaccinium myrtillus*)".

Tesis Para Obtener el Título Profesional de Ingeniero
Agroindustrial

AUTORES:

Bach. Acosta Campos, Brayan Jesus
Bach. Mendoza Chuqui, Freddy Leonardo

ASESORA:

Dra. Aguirre Vargas, Elza Berta
DNI. N°: 19096335
Código ORCID: 0000-0003-1659-9874

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

TESIS ACOSTA CAMPOS Y MENDOZA.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	1library.co Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	revistas2.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	www.rte.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1%
10	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1%
11	revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1%
12	api-repositorio.unia.edu.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A DIOS

Por llenarme de fortaleza, guiar mi camino durante mi vida como universitario, y por permitirme cumplir mis metas y alcanzar mi formación como profesional.

A mis padres: Félix, Flavia y Delfina.

Por su fortaleza, dedicación y sacrificio, que han conseguido formarme como una persona íntegra, con valores y objetivos que alcanzar. Sus esfuerzos fueron esenciales para mi desarrollo como estudiante universitario y para mi crecimiento personal.

A mis tíos: Raquel, José, Palermo, Alex.

Por sus consejos, ayuda y apoyo incondicional, que fueron fundamentales para mi desarrollo como estudiante universitario y mi formación profesional.

A mis Docentes.

Por su apoyo incondicional, por brindarme sus conocimientos que fueron fundamentales para mi formación profesional.

Brayan Jesus Acosta Campos

DEDICATORIA

A DIOS.

*sobre todas las cosas, por brindarme salud,
fortaleza y sabiduría para la culminación de mi
formación profesional.*

A mis padres: Freddy Mendoza y Brígida Chuqui

*Mi eterna gratitud y respeto, de quienes siempre
tendré admiración y orgullo, con mucho amor y
sacrificio me apoyaron en mis estudios.*

***A mi abuela Faustina y mis tíos Juan Chuqui y
Santos Mendoza.***

*Por su cariño y apoyo incondicional en todo
momento.*

A mis docentes:

*Por brindarme conocimiento y guiándome en mi
formación de mi vida profesional.*

Freddy Leonardo Mendoza Chuqui

AGRADECIMIENTO

A Dios, por concedernos salud y fortaleza a lo largo de nuestra vida universitaria, por guiarnos en la elaboración de esta tesis, y por darnos paciencia y perseverancia a pesar de las dificultades encontradas.

A nuestros padres, por su apoyo incondicional; sus esfuerzos y sacrificios hicieron posible el desarrollo y finalización de esta tesis.

Un especial agradecimiento a nuestra asesora, Dra. Elza Aguirre Vargas, por sus consejos y apoyo, que fueron esenciales para el desarrollo y la mejora continua de este trabajo de tesis desde el principio hasta el final.

A los ingenieros del Instituto de Investigación IITA, por proporcionarnos acceso a los materiales y equipos de laboratorio, así como por su apoyo y conocimiento, guiándonos durante el desarrollo de esta tesis.

A nuestros compañeros de escuela, por su apoyo, conocimiento y experiencia, que fueron de gran ayuda cuando enfrentamos dificultades durante la elaboración de esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
INDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xvi
I. INTRODUCCIÓN	18
II. MARCO TEÓRICO	21
2.1. MASHUA	21
2.1.1. Generalidades	21
2.1.2. Composición Química y Nutricional.....	22
2.1.3. Beneficios	23
2.1.4. Contenido de Compuestos bioactivos	23
2.2. CAMU CAMU	25
2.1.1. Generalidades	25
2.1.2. Composición Química y Nutricional.....	25
2.1.3. Beneficios	27
2.1.4. Contenido de Compuestos bioactivos	28
2.2. ARÁNDANO	29
2.2.1. Generalidades	29

2.2.2. Composición Química y Nutricional.....	29
2.2.3. Beneficios.	32
2.2.4. Contenido de Compuestos bioactivos.	32
2.3. NÉCTAR	33
2.3.1. Definición.	33
2.3.2. Insumos para su elaboración.	33
2.4. LIOFILIZACIÓN	34
2.4.1. Definición.	34
2.4.2. Procedimiento.	35
2.4.3. Ventajas y Desventajas.	36
2.5. REHIDRATACIÓN.	37
2.5.1. Definición.	37
2.5.2. Medios de Rehidratación.	38
2.5.3. Procesos.	39
2.6. VITAMINA C.....	39
2.6.1. Definición.	39
2.6.2. Fuentes de Vitamina C.....	40
2.6.3. Determinación de Vitamina C.	41
2.7. POLIFENOLES TOTALES.	42
2.7.1. Definición.	42
2.7.2. Fuentes de Polifenoles.	42
2.7.3. Determinación de Polifenoles Totales.	43
2.8. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.....	44
2.8.1. Definición	44

2.8.2. Fuentes de antioxidantes.....	44
2.8.3. Determinación de Capacidad Antioxidante.....	45
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	46
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	46
3.2. MATERIA PRIMA.....	46
3.3. EQUIPOS, MATERIALES, REACTIVOS E INSUMOS.....	47
3.4. MÉTODOS.....	50
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
4.1. CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS	65
4.2. CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS EN LAS MATERIAS PRIMAS.....	68
4.3. ANALISIS FISCOQUÍMICOS DEL NÉCTAR SEGÚN LOS TRATAMIENTOS DE MEZCLAS DE MASHUA, CAMU CAMU Y ARÁNDANO.	73
4.4. DETERINACIÓN DE VITAMINA C.....	75
4.5. DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES.....	80
4.6. DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.....	85
4.7. OPTIMIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE VITAMINA C, POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ATIOXIDANTE.....	91
4.8. ANALISIS DE COMPUESTOS BIOACTIVOS EN EL NÉCTAR LIOFILIZADO.....	93
4.9. REHIDRATACIÓN DEL NÉCTAR LIOFILIZADO.....	96
4.10. ANALISIS SENSORIAL DEL NÉCTAR LIOFILIZADO.....	97
V. CONCLUSIONES.....	105
VI. RECOMENDACIONES.....	107
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES.....	108
VIII. ANEXOS.....	130

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química y nutricional de la Mashua (g/100 g de pulpa).....	22
Tabla 2. Compuestos Bioactivos en tres variedades de mashua (<i>Tropaelum tuberosum</i>)	24
Tabla 3. Composición química de la pulpa Camu Camu (g/100g de pulpa).....	26
Tabla 4. Componentes nutricionales en el fruto Camu Camu (g/100g de pulpa).....	27
Tabla 5. Composición química del Arándano.	30
Tabla 6. Compuestos Nutricionales del arándano (g/100g de pulpa).....	31
Tabla 7. Esquema Experimental del Diseño de Mezclas Design Expert 11.00, D Óptimal.	63
Tabla 8. Operacionalización de las variables independientes y dependientes, con sus respectivas técnicas e instrumentos de recolección de datos.	64
Tabla 9. Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mashua, camu camu y arándano.	65
Tabla 10. Contenido de Vitamina C, Polifenoles y Antioxidantes en las diferentes muestras de Materia Prima.....	68
Tabla 11. Caracterización Fisicoquímica del Néctar según los Tratamientos de Mezclas de Mashua, Camu Camu y Arándano.	73
Tabla 12. Contenido de Vitamina C del néctar en sus diferentes tratamientos.	75
Tabla 13. Análisis de varianza para la variable respuesta de Vitamina C del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.....	76
Tabla 14. Contenido de Polifenoles Totales del néctar en sus diferentes tratamientos.	80
Tabla 15. Análisis de varianza para la respuesta de Polifenoles Totales del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.....	81

Tabla 16. Contenido de Actividad Antioxidante en el néctar en sus diferentes tratamientos.....	85
Tabla 17. Análisis de varianza para la respuesta de Actividad Antioxidante del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.....	86
Tabla 18. Soluciones para la optimización de Vitamina C, Polifenoles Totales y Actividad Antioxidante en el Néctar de Mashua, Camu Camu y Arándano.	91
Tabla 19. Compuestos bioactivos en el Néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.....	93
Tabla 20. Rendimiento del Néctar liofilizado para el consumo final.	96
Tabla 21. Escala hedónica de 5 puntos para el análisis sensorial del Néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.	97
Tabla 22. Puntuación de los jueces del atributo COLOR del néctar liofilizado de Mashua, Camu camu y Arándano.....	97
Tabla 23. Puntuación de los jueces del atributo OLOR del néctar liofilizado de Mashua, Camu camu y Arándano.....	99
Tabla 24. Puntuación de los jueces del atributo TEXTURA del néctar liofilizado de Mashua, Camu camu y Arándano.....	100
Tabla 25. Puntuación de los jueces del atributo SABOR del néctar liofilizado de Mashua, Camu camu y Arándano.....	101
Tabla 26. Aceptación General del néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fruto de la Mashua (<i>Tropaeolum tuberosum</i>).....	21
Figura 2. Fruta de Camu Camu (<i>Myrciaria dubia</i>).....	25
Figura 3. Fruto del Arándano (<i>Vaccinium myrtillus</i>).....	29
Figura 4. Etapas del Proceso de Liofilización.	35
Figura 5. Rehidratación de Néctar en polvo.....	38
Figura 6. Estructura Química del Ácido Ascórbico.	40
Figura 7. Reacción de antioxidante y radical libre DPPH. AH es una molécula donante de antioxidantes y A es un radical libre producido.....	45
Figura 8. Diagrama de bloques de la preparación del néctar de mashua (<i>tropaeolum tuberosum</i>), camucamu (<i>myrciaria dubia</i>) y arándano (<i>vaccinium myrtillus</i>).	51
Figura 9. Recepción de la mashua, Camu Camu y Arándano.....	52
Figura 10. Selección y Clasificación de la Materia prima.....	52
Figura 11. Lavado y Desinfección de la Mashua, Camu Camu y Arándano.	53
Figura 12. Extracción de la Pupa de Mashua, Camu Camu y Arándano.	53
Figura 13. Mezclado, Homogenizado y Obtención del Néctar.	54
Figura 14. Liofilización del mejor tratamiento de Néctar de mashua, camu camu y arándano.....	55
Figura 15. Molienda del Néctar liofilizado.	55
Figura 16. Envasado del Néctar liofilizado.....	56
Figura 17. Conservación en cámara de vacío.....	56
Figura 18. Gráfico de Contorno para la variable respuesta de Vitamina C del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.....	77
Figura 19. Gráfico de 2 componentes para la variable respuesta Vitamina C en el	

néctar de mashua, camu camu y arándano.	78
Figura 20. Gráfico de superficie 3D para la variable respuesta de Vitamina C del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.	79
Figura 21. Gráfico de Contorno para la variable respuesta de Polifenoles Totales del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.	82
Figura 22. Gráfico de 2 componentes para la variable respuesta Polifenoles totales del Néctar de Mashua, Camu camu y Arándano.....	83
Figura 23. Gráfico de superficie 3D para la variable respuesta de Polifenoles Totales del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.	84
Figura 24. Gráfico de Contorno para la variable respuesta de Actividad Antioxidante del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.	88
Figura 25. Gráfico de 2 componentes de la variable respuesta Actividad antioxidante del Néctar de Mashua Camu Camu y Arándano.....	89
Figura 26. Gráfico de superficie 3D para la variable respuesta de Actividad Antioxidante del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.	90
Figura 27. Gráfico de Optimización de las variables Vitamina C, Polifenoles Totales y Actividad Antioxidante del Néctar de Mashua, Camu Camu y Arándano.	92
Figura 28. Puntuación porcentual de los jueces para el atributo COLOR del Néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.	98
Figura 29. Puntuación porcentual de los jueces para el atributo OLOR del Néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.	99
Figura 30. Puntuación porcentual de los jueces para el atributo TEXTURA del Néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.	100
Figura 31. Puntuación porcentual de los jueces para el atributo SABOR del Néctar	

liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.....	102
Figura 32. Aceptación General del Néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.....	103
Figura 33. Curva de calibrado para la determinación de Vitamina C.	135
Figura 34. Curva de calibrado para la determinación de polifenoles totales.....	137
Figura 35. Curva de calibrado para la determinación de Actividad Antioxidante. .	138

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA.	130
Anexo 2. DETERMINACIÓN DE VITAMINA C.....	133
Anexo 3. DETERMINACIÓN DE POLIFENÓLES TOTALES.	136
Anexo 4. DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.	138
Anexo 5. REHIDRATACIÓN DEL NÉCTAR LIOFILIZADO.....	139
Anexo 6. FORMATO PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL CON ESCALA DE 5 PUNTOS.	140

RESUMEN

El propósito de este estudio fue evaluar los compuestos bioactivos en un néctar liofilizado de mashua, camu camu y arándano en su tratamiento óptimo, así como determinar su aceptación general por parte de los consumidores mediante una escala hedónica de 5 puntos, y realizar una caracterización fisicoquímica conforme a las normativas vigentes de alimentos y bebidas. Para lograr esto, se utilizó un diseño de mezclas D-optimal con 3 componentes en el programa estadístico Design Expert vs 11.00, lo que resultó en 12 tratamientos con formulaciones diferentes de néctar hidratado, evaluados en cuanto a sus compuestos bioactivos. En términos de contenido de vitamina C, los tratamientos más destacados fueron T12 (106.615 ± 3.791 mg AA/100g) y T2 (106.173 ± 4.340 mg AA/100g). Respecto a los polifenoles totales, los tratamientos T3 (75.738 ± 0.608 mg EAG/100g) y T5 (75.297 ± 0.391 mg EAG/100g) fueron los más sobresalientes. En cuanto a la actividad antioxidante, los tratamientos T5 (342.632 ± 0.334 umol TE/100g) y T4 (253.046 ± 0.021 umol TE/100g) mostraron los mejores resultados. Tras analizar todos los tratamientos utilizando la función de optimización del programa Design Expert, se identificaron dos soluciones posibles con deseabilidades de 0.781 y 0.703. Se seleccionó como tratamiento óptimo el de mayor deseabilidad (TO: 30.24% de mashua, 34.76% de camu camu y 35% de arándano), que fue liofilizado y evaluado en cuanto a sus compuestos bioactivos, para vitamina C $1\ 423.611 \pm 5.119$ mg AA/100g, para polifenoles 643.354 ± 5.604 mg EAG/100g, y antioxidantes $5\ 353.788 \pm 3.549$. Además, se realizó una evaluación sensorial, obteniendo buenos puntajes en la escala hedónica para todos sus atributos. Se concluyó que las materias primas utilizadas en el néctar liofilizado con un tratamiento óptimo maximizan significativamente el contenido de compuestos bioactivos y que la aceptabilidad por parte de los consumidores fue alta. Por todo esto, se propone este néctar liofilizado como una excelente opción dentro de la dieta

alimentaria, debido a sus propiedades funcionales que pueden ayudar a reducir la aparición de algunas enfermedades crónicas.

Palabras Clave: Néctar, Mashua, Camu Camu, Arándano, Liofilización, Compuestos bioactivos, Vitamina C, Polifenoles, Antioxidantes.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the bioactive compounds in a lyophilized nectar of mashua, camu camu, and blueberry in its optimal treatment, as well as to determine its overall consumer acceptance using a 5-point hedonic scale, and to perform a physicochemical characterization in accordance with current food and beverage regulations. To achieve this, a D-optimal mixture design with 3 components was used in the statistical program Design Expert vs 11.00, resulting in 12 treatments with different formulations of hydrated nectar, evaluated for their bioactive compounds. In terms of vitamin C content, the most notable treatments were T12 (106.615 ± 3.791 mg AA/100g) and T2 (106.173 ± 4.340 mg AA/100g). Regarding total polyphenols, the standout treatments were T3 (75.738 ± 0.608 mg GAE/100g) and T5 (75.297 ± 0.391 mg GAE/100g). As for antioxidant activity, treatments T5 (342.632 ± 0.334 μ mol TE/100g) and T4 (253.046 ± 0.021 μ mol TE/100g) showed the best results. After analyzing all the treatments using the optimization function of the Design Expert program, two possible solutions with desirabilities of 0.781 and 0.703 were identified. The treatment with the highest desirability was selected as the optimal treatment (OT: 30.24% mashua, 34.76% camu camu, and 35% blueberry), which was lyophilized and evaluated for its bioactive compounds: vitamin C $1,423.611 \pm 5.119$ mg AA/100g, polyphenols 643.354 ± 5.604 mg GAE/100g, and antioxidants $5,353.788 \pm 3.549$ μ mol TE/100g. Additionally, a sensory evaluation was conducted, yielding good scores on the hedonic scale for all its attributes. It was concluded that the raw materials used in the lyophilized nectar with an optimal treatment significantly maximize the content of bioactive compounds and that consumer acceptability was high. Therefore, this lyophilized nectar is proposed as an excellent option within the diet due to its functional properties, which may help reduce the occurrence of some chronic diseases.

Keywords: Nectar, Mashua, Camu Camu, Blueberry, Lyophilization, Bioactive Compounds, Vitamin C, Polyphenols, Antioxidants.

I. INTRODUCCIÓN.

Hoy en día el consumo de alimentos con alto contenido nutritivo se ha convertido en un factor muy importante para la industria a causa de la cantidad de nutrientes y vitaminas que poseen, además la tendencia en la alimentación ha girado hacia un nuevo punto de vista centrándose en el consumo de productos autóctonos y orgánicos con la intención de buscar productos con alto contenido de nutrientes beneficiosos para la salud y que sea fácil de preparar; así como productos sometidos a un tratamiento mínimo, disminuyendo el agregado de productos procesados sintéticamente, de manera que estos ayuden a mejorar la salud, previniendo enfermedades de una forma muy significativa (Coronel et al. 2019, pp. 47-48).

Por otro lado, los consumidores presentan una preferencia y estima por las bebidas que suministren compuestos bioactivos que aporten resultados positivos en beneficio de su salud, como los compuestos fenólicos y vitamina C, y que además proporcionan otros nutrientes. Dichos compuestos presentan concentraciones altas principalmente en frutos, bayas, hojas, pétalos, los que se emplean en la elaboración de jugos y néctares (Garzón, 2008, como se citó en Sánchez, 2018, p. 45).

Dentro de la industria hay una variedad de productos alimenticios que se producen incorporando dos o más ingredientes, donde la calidad depende de las proporciones que da paso a diferentes aromas, sabores y componentes nutricionales (Gómez et al., 2015, p. 17), así como también para obtener mayor retención de compuestos bioactivos en las diversas mezclas (Rojas et al., 2017, pp. 174-186) de néctares, el ascendiente interés de alimentos funcionales lleva al

desarrollo de nuevas bebidas elaboradas de la mezcla de jugos de frutas (Siche et al. 2016, p. 65).

Nicoli et al., (1999, como se citó en Pesantes y Tejada, 2021) afirman que, durante el proceso de las frutas en la industria, la calidad nutricional de estas se puede ver modificada, así como la capacidad, biodisponibilidad y actividad, de la actividad antioxidante y de componentes bioactivos que se presentan cada fruta (p. 21).

Dichos compuestos también presentan sustancias biológicamente activas y son potencial quimiopreventivo, como la vitamina C y los compuestos fenólicos que contribuyen en múltiples enfermedades a causa de su poder antioxidante, antimicrobiano, antiinflamatorio, etc. (Ayala, 2018, p. 2).

Según Valencia et al. (2017), los polifenoles, que incluyen ácidos fenólicos, flavonoides y taninos, son compuestos bioactivos que contribuyen a que los metabolitos secundarios de las plantas favorezcan diversas actividades fisiológicas, como propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias, antitumorales y anticancerígenas, además de estimular el crecimiento y proliferación normal de las células (p. 16).

Por otro lado, la vitamina C es un antioxidante que participa en varias funciones de nuestro organismo: contribuye en reacciones bioquímicas dando una mano a las enzimas, toma acción en la síntesis del colágeno, carnitina y catecolaminas, y tiene, por último, un papel importante en el metabolismo del colesterol. (De Alvarado y Alvarado, 2020, p. 85).

Por todo lo dicho anteriormente el presente trabajo de investigación se formuló el siguiente problema: ¿Cómo aumentará la cantidad de compuestos bioactivos en el

néctar deshidratado de mashua (*tropaeolum tuberosum*), camucamu (*myrciaria dubia*) y arándano (*vaccinium myrtillus*)?

Por ello, el presente trabajo de investigación se planteó como objetivo general determinar la cantidad de compuestos bioactivos y el nivel de aceptabilidad del néctar deshidratado a base de mashua (*Tropaeolum tuberosum*), camu camu (*Myrciaria dubia*) y arándano (*Vaccinium myrtillus*). Los objetivos específicos fueron: evaluar las propiedades fisicoquímicas de las materias primas, determinar el contenido de compuestos bioactivos en las materias primas, identificar la mejor mezcla para el néctar a base de mashua, camu camu y arándano mediante análisis fisicoquímico y determinación de compuestos bioactivos, liofilizar la mezcla, determinar la cantidad de compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y vitamina C del néctar deshidratado, y finalmente, evaluar el nivel de aceptabilidad del néctar deshidratado a base de mashua, camu camu y arándano.

Como solución al problema planteado se llegó a la siguiente hipótesis: El néctar deshidratado formulado con 35% de mashua, 30% de camu camu y 35% de arándano, maximizará la cantidad de compuestos bioactivos entre (60 – 65) % de vitamina C; en polifenoles totales en (40.000 – 45.000) EAG/100 g; capacidad antioxidante en (140.000 – 150.000) Umol ET /100 g y presentará mayor aceptabilidad sensorial.

La presente investigación dará paso a nuevos conocimientos de capacidad antioxidante, contenido de polifenoles y contenido de vitamina C de un nuevo néctar deshidratado a base de mashua, camu camu y arándano. Buscando contribuir al conocimiento de sus grandes beneficios para que pueda ser incluido como un producto muy aceptable y saludable que puede ser beneficioso para su implementación en la dieta de las personas y mejorar nuestra calidad de vida.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. MASHUA

2.1.1. Generalidades

Tropaeolum tuberosum es una planta herbácea originaria de los Andes centrales (10-20° lat. S). Su cultivo se ha expandido debido a las migraciones de los pueblos precolombinos, llegando hasta Colombia (8° lat. N) y al norte de Chile y Argentina (25° lat. S). La mayoría de las áreas de cultivo se encuentran en Perú y Bolivia, a altitudes que van de 2400 a 4300 m (Inostroza, 2015, p. 84).

Gonzales et al, (2020), afirma que la mashua, forma parte de la especie de tubérculos que se desarrollan en la región andina, siendo empleado desde los principios de tiempo como una gran opción en alimentación y medicina por los indígenas, además que gran parte de sus beneficios biológicos se relacionadas con algunos compuestos bioactivos como, por ejemplo; compuestos fenólicos, isotiocianatos, glucosinolatos y antocianinas (p. 80).



Figura 1. Fruto de la Mashua (*Tropaeolum tuberosum*).

Fuente: Manrique et al. (2013, p. 9)

2.1.2. Composición Química y Nutricional.

En lo que respecta a la composición de las raíces y tubérculos andinos, esta es sumamente variable. Factores como la diversidad genética, las prácticas agrícolas, el clima y la clase de suelo influyen en estas características (Espin, Villacrés, & Brito, 2004, como se citó en Villacrés et al., 2016, p. 93).

Tabla 1. *Composición química y nutricional de la Mashua (g/100 g de pulpa).*

Datos	Mashua
Humedad	88,70
Cenizas	4,81
Proteínas	9,17
Fibra	5,86
Extracto etéreo	4,61
Carbohidratos totales	75,40
Almidón	46,92
Azúcar total	42,81
Azúcares reductores	35,83
Vitamina C	77,37
Eq. Retinol	73,56
Ácido oxálico	-
Calcio	0,006
Fósforo	0,32
Magnesio	0,11
Sodio	0,044
Potasio	1,99
Cobre	9,00
Hierro	42,00
Manganeso	7,00
Zinc	48,00
Iodo	-
Energía	440,00

Fuente: Villacrés (2016, p. 93).

2.1.3. Beneficios.

La ingesta de este tubérculo también está relacionada con la mejora de la salud debido a que contribuye a aliviar dolores renales y hepáticos. Asimismo, también se usa como antibiótico y para el tratamiento de úlceras en la piel, diabetes y recuperación postparto. Ciertos extractos de mashua ricos en tiocianatos han demostrado actividad anticarcinogénica in vitro en líneas celulares de cáncer de colon y próstata (Campos y col., 2017, como se citó en Castro, 2018, p.8).

2.1.4. Contenido de Compuestos bioactivos.

Los compuestos bioactivos o fitoquímicos son importantes debido a su aporte terapéutico a la salud, y los estudios realizados sobre la mashua demostraron un elevado contenido de compuestos bioactivos en comparación con otros cultivos andinos Guevara (2018, como se citó en Malpartida et al., 2022, p. 46).

El contenido de vitamina C (77,5 mg/100 g materia fresca) en la mashua en comparación con otros tubérculos andinos (Grau et al., 2003, como se citó en Paredes, 2012, p. 163).

En un estudio experimental, la mashua fue sometido a liofilización obteniendo como resultado del A.A. en el extracto liofilizado un valor de 42,649 mg Eq. AA./100 g y el contenido de compuestos fenólicos totales fue de 87, 227 mg AG. /100 g. Junes, (2017, como se citó en Ibarra, 2018, p.5) menciona un resultado de $1743,72 \pm 3,74$ mg AGE/100 g en mashua negra (p.1 15).

La capacidad antioxidante de la mashua (*Tropaeolum tuberosum*) en base seca contó con un resultado de $15,38 \pm 0,784$ μ mol TE/g. y para mashua

negra $109,24 \pm 0,613$ Quispe, (2017, p. 57) presentó un valor de $13,93 \mu\text{mol TE/g}$, valor que se encuentra por debajo del estudio anterior.

Según León (2018, como se citó en Malpartida et al., 2022, p.47), se observaron diferencias significativas en los compuestos bioactivos entre las variedades de mashua. La mashua morada presentó la mayor cantidad de fenoles totales ($39,87 \pm 0,046$ mg de ácido gálico/g) y capacidad antioxidante ($169,16 \pm 0,158 \mu\text{M trolox/100g}$), en comparación con la mashua amarilla, que mostró $10,51$ mg de ácido gálico/g $13,7 \pm 0,682 \mu\text{M trolox/100g}$. Estos datos se obtuvieron mediante los métodos DPPH y ABTS. Como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. *Compuestos Bioactivos en tres variedades de mashua (Tropaelum tuberosum)*

Componentes	Variedad	Contenido	Unidad
Fenoles totales	Negro	17,43	mg de ácido gálico/g
	Morado	$39,87 \pm 0,046$	mg de ácido gálico/g
	Amarillo	10,51	mg de ácido gálico/g
Capacidad antioxidante	Negro	$94,80 \pm 0,532$	$\mu\text{M trolox/100g}$
	Morado	$169,16 \pm 0,158$	$\mu\text{M trolox/100g}$
	Amarillo	$13,7 \pm 0,682$	$\mu\text{M trolox/100g}$
Antocianinas	Negro	-	-
	Morado	$34,58 \pm 0,127$	mg/100g
	Amarillo	-	-
Flavonoides totales	Negro	-	-
	Morado	$1,39 \pm 0,071$	mg/100g
	Amarillo	-	-

Fuente: Malpartida et al. (2022, p. 47)

2.2. CAMU CAMU.

2.1.1. Generalidades

Myrciaria dubia se cultiva principalmente en la cuenca superior del río Orinoco hasta el estado de Rondonia en Brasil; no obstante, la Amazonía peruana posee la mayor población de camu camu, especialmente en las zonas comprendidas entre Pucallpa y Pevas (Arellano, et al. 2016, p. 43).

Según Anhe et al, (2019) el camu camu (*Myrciaria dubia*) es una fruta amazónica que se considera una “superfruta” dado a su perfil fitoquímico único y supuesto potente actividad antioxidante y antiinflamatorio (p. 4).



Figura 2. Fruta de Camu Camu (*Myrciaria dubia*).

Fuente: Bracho et al. (2017, p. 4)

2.1.2. Composición Química y Nutricional.

El camu camu (*Myrciaria dubia*) se distingue de otras frutas por su alta concentración de vitamina C, que es de 2780 mg/100 g. (Reyes et al., 2009, como se citó en Arellano et al. 2016, p. 6).

Tabla 3. *Composición química de la pulpa Camu Camu (g/100g de pulpa).*

Elemento	Just et al. (2000)	Reyes et al. (2009)	SIICEX (2016)
Energía (Kcal)	-	24.00	16.00
Humedad (g)	94.10	93.30	93.20
Proteína (g)	0.40	0.50	0.50
Carbohidratos (g)	3.50	5.90	4.00
Fibra (g)	0.10	0.40	0.50
Ceniza (g)	0.30	0.20	0.20
Calcio (mg)	15.73	28.00	28.00
Fósforo (mg)	-	15.00	15.00
Hierro (mg)	0.53	0.50	0.50
Tiamina (mg)	-	0.01	0.01
Riboflavina (mg)	-	0.04	0.04
Niacina (mg)	-	0.61	0.61
Ácido ascórbico (mg)	1 410.00	2 780.00	2 089.00

Fuente: Arellano et al. (2016).

Tabla 4. Componentes nutricionales en el fruto Camu Camu (g/100g de pulpa).

Elemento	(g/100 g)
Proteínas	0.4
Cenizas	0.3
Fibra	0.1
Lípidos	0.2
Carbohidratos	3.5
Vitamina C	1.41
Antocianinas (mg)	9.98

Fuente: Arellano et al. (2016).

2.1.3. Beneficios.

Este fruto tiene un gran valor como alimento funcional debido a su alta actividad antioxidante, ayuda en la protección celular durante la inflamación y estrés oxidativo, debido primordialmente a su elevado contenido de vitamina C, siendo de gran importancia en la elaboración de concentrados y suplementos de dicha vitamina (Sandoval, Martínez, & Gonzales, 2003, como se citó en Obregón, 2019, p. 18).

Por su apariencia de distintas composiciones bioactivos en este fruto se puede utilizar para reducir o evitar diversas infecciones cardiovasculares y el cáncer, el elevado contenido de ácido ascórbico beneficia a la formación de colágeno el cual es el encargado de tonificación de los huesos, músculos y tendones; al ingerir esta fruta ayuda a prevenir la obesidad y enfermedades asociadas, también reduce y mejora los dolores de cabeza, diabetes, artritis, el resfriado y gripes severas. (Arellano et al. 2016, como se citó en Napuchi, 2021, p. 5).

2.1.4. Contenido de Compuestos bioactivos.

El camu camu es una excelente fuente de vitamina C, debido a que contiene entre 2400 y 3000 mg/100g cuantificados en la pulpa y hasta 5000 mg/100 g en la cáscara (Zavaleta, 2010, como se citó en Caisahuana, 2012, p. 15).

Este fruto amazónico presenta en su composición diversos compuestos fenólicos como flavonoides, antocianinas, pro antocianinas, elagitaninos y derivados del ácido elágico y gálico, el contenido fenólico en la pulpa es 8,66 mg/100 g, en la cáscara 10,50 mg/100 g, en la pulpa en polvo 48,5 mg/100 g, en las semillas 336,03 mg/100 g mientras que el mayor valor se presenta en la harina de camu-camu con un valor de 672,49 mg/100 g (Fracassetti et al., 2013, como se citó en Arellano et al., 2016, p. 4).

Se realizó un estudio donde para DPPH se detectó la máxima actividad antioxidante de Camu-camu con 5159,50 y 5848,90 umol Trolox mEq/100 g de muestra en la pulpa y la cáscara, respectivamente y para el ensayo ORAC se mostró un comportamiento similar con 5036,5 y 5810,03 umol Trolox Eq/100 g de muestra medido para la pulpa y la cáscara, respectivamente (Neves et al., 2015, como se citó en Arellano et al, 2016, p. 5).

2.2. ARÁNDANO

2.2.1. Generalidades

Vaccinium myrtillus es una especie de arbusto frutal que pertenece a la familia de las Ericáceas. Es originario del hemisferio norte, específicamente de Norteamérica (EE.UU. y Canadá), América Central, y Europa (Alpes, Apeninos centrales, Pirineos). Este género incluye unas 30 especies, de las cuales solo un grupo pequeño de estas especies se llega a comercializar (Pesantes y Tejeda, 2021, p. 23).



Figura 3. Fruto del Arándano (*Vaccinium myrtillus*).

Fuente: Farje et al. (2015, p.15).

2.2.2. Composición Química y Nutricional

El arándano se describe como una fuente potencial de pectina, un coloide natural soluble en agua que puede precipitarse, secarse y disolverse nuevamente sin alterar sus beneficios físico-químicos, mejorando la textura y las características organolépticas de los alimentos (Loyola et al., 2013, citado en Chávez, 2019, p. 18).

Tabla 5. *Composición química del Arándano.*

Componente	Concentración
Agua (%)	87.8
Carbohidratos (g)	6.1
Proteína (g)	0.6
Fibra (g)	4.9
Grasas (%)	0.6
Caloría (kcal)	42.0
Ceniza (%)	-
Pectina (g)	0.5
Azúcares totales	10.0-14.0
Sacarosa	0.24
Fructuosa	4.04
Glucosa	3.92
Sólidos Solubles	10.1-14.2
Acidez titulable	0.3-0.8
Vitamina A (U.I)	5.7
Ácido ascórbico (mg/100 g.)	14.0
Principal ácido orgánico	Ac. Cítrico
Antocianinas (ug/100 g.)	-

Fuente: *Chávez, (2019).*

Las propiedades nutricionales del arándano son objeto de constante investigación y promoción. Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el arándano (*Vaccinium myrtillus L.*) proporciona 60.0 kcal por cada 100 g de fruto y contiene 2.4 g de fibra dietética, 0.74 g de proteína, 9.96 g de azúcares, 9.7 mg de vitamina C, 0.33 g de grasas, entre otros valores importantes (Fiedler, 2015, p. 9).

Tabla 6. *Compuestos Nutricionales del arándano (g/100g de pulpa).*

Nutrientes	En 100 g
Energía (kcal)	60
Proteína (g)	0.74
Lípidos (g)	0.33
Carbohidrato (g)	14.49
Azúcares (g)	0.06
Fibra dietética (g)	2.4
Cenizas (g)	0.21
Agua (mg)	84.61
Calcio (mg)	6.0
Hierro (mg)	0,7
Magnesio (mg)	5.0
Fósforo (mg)	10.0
Potasio (mg)	79.0
Sodio (mg)	6.0
Zinc (mg)	0.11
Vitamina C (mg)	9.7
Tiamina (mg)	0.05
Riboflavina (mg)	0.5
Niacina (mg)	0.4
Vitamina E (mg)	1.0

Fuente: Fiedler, (2015).

2.2.3. Beneficios.

Debido a sus propiedades antioxidantes ayuda a prevenir enfermedades mentales como el alzhéimer, problemas de pérdida de memoria, poca concentración mental, demencia, etc. Al tener pocas calorías contiene componentes diuréticos, regula el intestino y así evita el estreñimiento o detiene la diarrea, por el contenido de fibra que posee es un laxante. Previene el cáncer de colon gracias a su contenido de antioxidantes y fibra, inhibe el crecimiento de células cancerosas del estómago hígado, colon, piel. Además, el arándano puede usarse para jugos, batidos, helados, snacks, deshidratados, salsas, ensaladas, yogurt, conserva, etc. (Medina y Sánchez, 2014, como se cita en Cortez, 2018, pp. 41-42).

2.2.4. Contenido de Compuestos bioactivos.

En arándano negros *V. Myrtillus* se encontraron cifras más elevadas de polifenoles totales 670,9 mg/100g, 595,5 mg/100g y 298 mg/100g provenientes de Bulgaria, Italia y Estados Unidos respectivamente. Se destaca que los datos obtenidos en los zumos, la mayor concentración corresponde al elaborado con arándanos negros (Anticono et al, 2016, p. 54).

Figuroa et al., (2010, como se citó en Quezada & Yenque, 2019, pp. 63-67) el contenido de vitamina C en el zumo de arándano se encuentra entre 20,19 y 18,9 mg AA/100 g, respectivamente.

Los antocianos, responsables del color azul de la fruta, pueden influir en el metabolismo celular humano y reducir los efectos de los radicales libres asociados con el envejecimiento, el cáncer, las enfermedades cardíacas y el Alzheimer. Se sabe que la cantidad de antocianos en el arándano fresco varía

entre 300 y 400 mg/100g (Coria et al., 2008, como se citó en Chiroque & Sencio, 2020, p. 7).

2.3. NÉCTAR

2.3.1. Definición.

Según la norma general del Codex para zumos y néctares de frutas (2005), los néctares de fruta son productos no fermentados, pero fermentables, obtenidos mediante la adición de agua con o sin la incorporación de azúcar, miel y/o edulcorantes. Los néctares se elaboran a partir de las partes comestibles de frutas óptimas para el consumo humano o de frutas adecuadamente conservadas mediante procesos específicos. Durante su elaboración, es posible añadir productos aromáticos, fragancias volátiles, pulpa de fruta y celulosa, los cuales deben provenir de la misma fruta y ser extraídos mediante procesos físicos. (Llantoy 2020, pp. 37-38).

Según León, (2010), Puede ser obtenido a través de procedimientos adecuados, como tamizar, triturar o desmenuzar la parte comestible de la fruta entera o pelada conservando el zumo. Además, la fruta debe estar en buen estado, correctamente madura y fresca, o conservada mediante procedimientos físicos o tratamientos aplicados conforme a las disposiciones pertinentes de la Comisión del Codex Alimentario. (p. 15).

2.3.2. Insumos para su elaboración.

El agua utilizada en la elaboración de néctares debe cumplir con las características de agua potable, estar libre de sustancias extrañas e impurezas y tener un bajo contenido de sales. Se pueden emplear equipos como filtros

y purificadores para asegurar una óptima calidad del agua. La cantidad de agua que se debe incorporar al néctar se calcula según el peso de la pulpa o jugo y las características de la fruta. El azúcar, tanto el presente de forma natural en las frutas como el que se añade, es utilizado para alcanzar los grados Brix adecuados y proporcionar el dulzor característico del néctar (Guevara et al. 2010, p. 2).

El ácido cítrico se emplea para regular la acidez contribuyendo al balance del sabor en relación dulce ácido y hacerlo menos susceptible al ataque de microorganismos. El estabilizante natural de las frutas que proporcionan una consistencia característica, sin embargo, al no poseerlas todas en cantidad apropiada se emplea el uso de estabilizantes naturales o comerciales. Y por último el conservante que se añade para inhibir el desarrollo de microorganismos como hongos y levaduras, de esta manera evitando su deterioro y extendiendo el tiempo de vida útil (NTP 203.110, 2009, p. 16).

2.4. LIOFILIZACIÓN

2.4.1. Definición.

Según Huachuillca, (2017), la liofilización es un proceso de secado mediante sublimación desarrollado para reducir la pérdida de los compuestos responsables del sabor y aroma en los alimentos. Este proceso consta principalmente de dos pasos: el primero consiste en congelar el producto, y el segundo, en secar el producto mediante la sublimación directa del hielo bajo presión reducida (p. 25).

La liofilización es un método muy eficaz también para prolongar la vida útil de un producto. Dado que se la deshidratación del producto por medio de sublimación al vacío y generalmente a muy bajas temperaturas. La

sublimación es una operación dentro de la liofilización, que gracias a ello logra mantenerse las características sensoriales, nutricionales y microbiológicas, y además el producto deshidratado que resulta de este proceso se puede rehidratar muy fácilmente (Elsayed et al. 2020, p. 1).

2.4.2. Procedimiento.

Dorota y Ewa (2020), afirma que, durante el procedimiento de liofilización, se tiene que deshacer de toda el agua helada y una gran proporción del agua ligada. Por consiguiente, durante este proceso se da muchas operaciones y etapas muy complejas (p. 2).

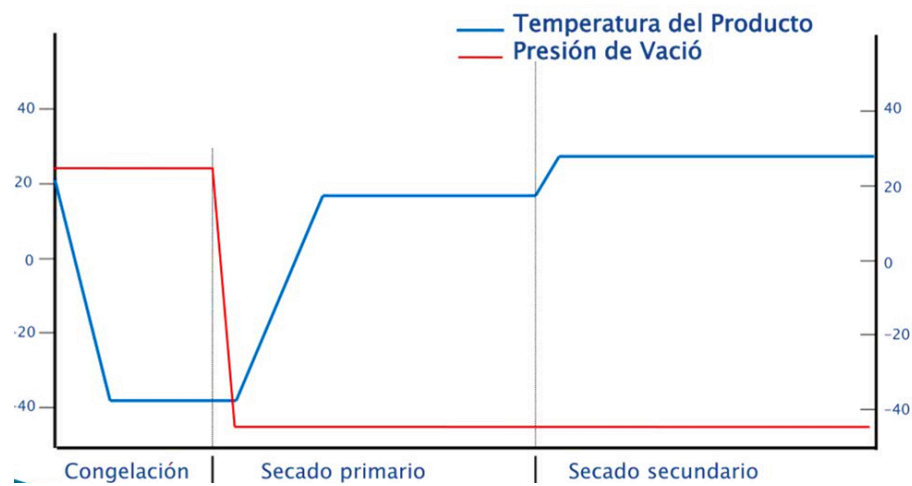


Figura 4. Etapas del Proceso de Liofilización.

Fuente: Dorota y Ewa (2020).

2.4.2.1. Congelación.

Esta etapa representa un primer proceso en la liofilización de alimentos. Donde el agua llega a convertirse en hielo, con la intención de desligarla de los demás componentes del producto. En esta etapa, se presenta un cambio de temperatura muy variable, además de que se da a menudo el sobre enfriamiento, el cual surge dependiendo de la velocidad de congelación, que normalmente dura pocas horas (Hidenori et al. 2019 pp. 3-4).

2.4.2.2. Secado Primario.

En esta etapa los cristales de hielo que se generaron en la etapa anterior a esta tienden a separarse de la fase de soluto mediante el proceso de sublimación. Llegado esta etapa, se da la eliminación continua del vapor de agua que se encuentra el producto, tratando de mantener una presión constante del gabinete, procurando que este por debajo con respecto a la presión que genera el vapor en la cavidad del hielo, para luego pasar a la eliminación de vapor mediante una bomba de vacío, para condensarse en bobinas de refrigeración (Timilehin y Won, 2020, p. 4).

2.4.2.3. Secado Secundario.

Es un proceso que se produce por sublimación, también conocida como la etapa de difusión, donde el hielo se convierte en vapor. Durante esta etapa, la rapidez sigue descendiendo, acercándose al valor cero; la principal razón de este fenómeno es la alta intensidad de calor a la que se somete el producto, con el propósito de eliminar toda el agua presente en el alimento o producto (López, 2016, p. 7).

2.4.3. Ventajas y Desventajas.

En el proceso de liofilización se debe tener en cuenta el aspecto económico y la calidad del producto liofilizado obtenido. El tiempo de liofilización del producto afecta directamente al costo del proceso. Es por ello que los parámetros de este proceso se deben controlar con la intención de que el tiempo de liofilización sea lo más corto que se pueda (Dorota y Ewa, 2020, pp. 1-2).

2.4.3.1. Ventajas.

El proceso de liofilización en alimentos es considerado el mejor método de deshidratación, ya que ayuda a preservar las características organolépticas y nutritivas del alimento, además de otorgarle un valor agregado de aproximadamente 120%. Generalmente se emplea para minimizar la pérdida de los compuestos responsables del aroma y sabor, los cuales pueden verse afectados durante los procesos convencionales de deshidratación. Además, este método tiende a maximizar ciertos componentes minerales y vitamínicos (Auquiñivin y Paucar-Menacho, 2020, p. 3).

2.4.3.2. Desventajas.

Por otro lado, este proceso de liofilización en alimentos algunas veces llega a tener un extenso tiempo de liofilización lo que representa altos costos. Dado que es un proceso muy complejo, el equipo cuenta con muchos componentes que hacen que el equipo tenga un alto costo. Además, la energía que consume durante todas las etapas suele ser muy alta (Nanchun y Haijing, 2017, p. 2).

2.5. REHIDRATACIÓN.

2.5.1. Definición.

La rehidratación no es el proceso inverso a la deshidratación, ya que ambos fenómenos tienen mecanismos diferentes de transferencia de materia y dependen de factores distintos. La rehidratación constituye

una medida del daño en el alimento ocurrido durante la deshidratación, considerándose como un complejo proceso que ayuda a restaurar las propiedades del alimento fresco (Cuadra et al. 2023, p. 2).

2.5.2. Medios de Rehidratación.

Entre los métodos más comunes para la rehidratación de alimentos se incluyen la inmersión en agua, considerada la más sencilla, así como en soluciones azucaradas (como glucosa, sacarosa y trehalosa), leche, yogur, jugos de frutas y verduras, entre otros. En estos procesos, los tiempos de inmersión deben ser cortos, y el objetivo es que estos medios de rehidratación permitan obtener un producto con características similares al del alimento fresco (Panato y Olivera, 2021, p. 4).



Figura 5. Rehidratación de Néctar en polvo.

2.5.3. Procesos.

Alvarado y Rurush, (2022) afirma que el proceso de rehidratación involucra tres fenómenos simultáneos: la absorción de agua por el material deshidratado, la lixiviación de solutos y el hinchamiento del material. El cambio en el volumen del producto deshidratado es directamente proporcional a la cantidad de agua absorbida, lo que provoca un aumento o recuperación de su tamaño y volumen original. Las condiciones operativas del secado, como la temperatura, la velocidad del aire, la humedad relativa y el tiempo, influyen considerablemente en la calidad final del producto rehidratado. Por ello, es habitual emplear índices numéricos para evaluar estos efectos, entre los cuales se destacan la capacidad de rehidratación y la capacidad de retención de agua, que están relacionados con la estructura, el tejido y la habilidad del alimento para retener el agua absorbida.

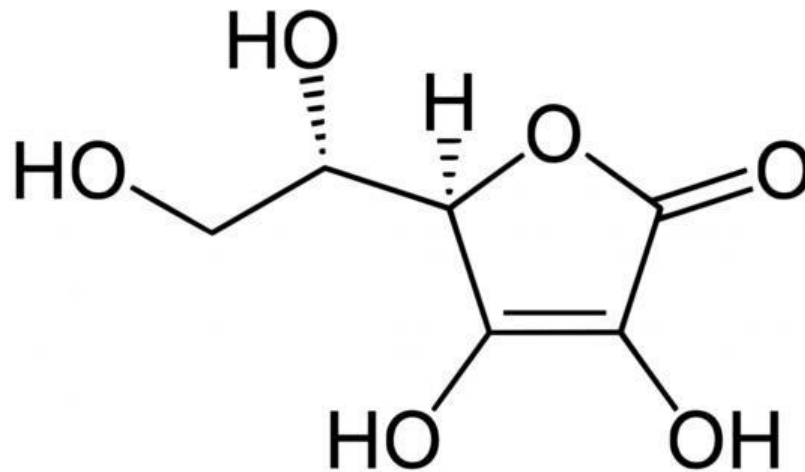
2.6. VITAMINA C.

2.6.1. Definición.

También conocida como ácido ascórbico, es un compuesto hidrosoluble. El ser humano no puede sintetizar este nutriente esencial por sí solo, y se valora como un agente reductor o antioxidante altamente reactivo. Además, se oxida a una velocidad mayor en presencia de oxígeno,

azúcares, enzimas, temperatura, pH, aminoácidos oxidantes o reductores, concentración de sal y reductores inorgánicos. (Lucero, 2011, como se cita en Quezada y Yenque, 2019, p.36).

Figura 6. Estructura Química del Ácido Ascórbico.



Fuente: Galindo et al, (2005).

La vitamina C es uno de los antioxidantes más reconocidos. Su ingesta se ha asociado a numerosos beneficios, entre ellos la neutralización de radicales libres, la reducción del nivel de hierro, la regeneración de la vitamina E y su función como cofactor de las enzimas α -cetoglutarato dioxigenasas. Estos efectos contribuyen a la salud humana y a la prevención de enfermedades crónicas. (Villagrán et al. 2019, p.2-3).

2.6.2. Fuentes de Vitamina C.

Según Mousavi et al. (2019), afirma que las principales fuentes de vitamina C son las frutas especialmente los cítricos, como por ejemplo el kiwi, el mango, las fresas, la papaya, los tomates, y también algunas verduras de hoja verde y el brócoli (p.2). Por otro lado, según Arellano et

al. (2016), el camu camu sobrepasa a todos estos en cuanto al contenido de vitamina C, puesto que llega a contener 2780 mg/100 g, además también se dice que el camu camu tiene 20 veces más vitamina C que la acerola y 100 veces más que el limón (p. 2).

2.6.3. Determinación de Vitamina C.

En la extensa bibliografía estudiada se han mencionado diversos métodos para la determinación de vitamina C, los cuales se basan principalmente en técnicas cromatográficas, electroquímicas y la más conocida espectrofotométricas. En comparación de estas, se diferencian debido a los diferentes mecanismos de determinación, obtención y la forma en que se miden los productos finales (Braga et al, 2021, p. 1).

El método espectrofotométrico es muy aplicado en el estudio, producción y control de calidad de sustancias, este método parte de la absorción de luz de una muestra, que se puede determinar la pureza de esta teniendo en cuenta la cantidad de luz absorbida y la longitud de onda, la proporción de la muestra, el análisis cuantitativo, se grafica como absorción en función de la longitud de onda. Así como también, puede reconocer las sustancias que componen la muestra y el diseño y la perspectiva de los picos reconocer específicamente cada compuesto de la muestra ((Luftman, 2018, como se citó en Hernández y Hernández, 2021, p. 3).

2.7. POLIFENOLES TOTALES.

2.7.1. Definición.

De la Vega et al. (2019), afirma que estos compuestos representan al grupo de metabolito secundario, además no son nutrientes por el contrario son considerados compuestos biológicamente activos y que en algunos casos contribuyen en las propiedades organolépticas de las frutas. Asimismo, los compuestos fenólicos que son de tipo flavonoides conllevan distintos beneficios entre todas la más primordial es la capacidad antioxidante que pueda presentar una fruta (p. 2).

Los polifenoles representan un amplio grupo de metabolitos secundarios vegetales, que poseen numerosas actividades biológicas que incluyen propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antiespasmódicas, antiinflamatorias, antialérgicas, hepatoprotectoras y anticancerígenas (Montané, et al. 2020, pp. 3-4).

2.7.2. Fuentes de Polifenoles.

Ordoñez et al. (2018), resalta que distintas investigaciones, afirman los diferentes beneficios de lo polifenoles, que se obtienen principalmente de plantas y frutas (p. 2). Además, estos metabolitos secundarios son ampliamente abundantes en el reino vegetal y se pueden clasificar en diversas categorías. Entre ellos se encuentran los ácidos fenólicos (como los ácidos hidroxibenzoicos y los ácidos hidroxicinámicos), los flavonoides (que incluyen flavonoles, flavonas, flavonoides, flavanonas, isoflavonas y proantocianidinas), así como estilbenos y lignanos. Estos compuestos están presentes en grandes cantidades en plantas y productos de origen vegetal. (Hasna, 2009, pp. 1-2).

Además, según Cortez et al. (2018), los compuestos fenólicos representan la mayor fuente de antioxidantes en frutas y hortalizas, la presencia de estos, en las frutas ha demostrado beneficios muy importantes sobre la salud, por lo que se le atribuyen propiedades como capacidad antioxidante además de la acción antiproliferativa de células anticancerígenas, además de prevenir enfermedades crónicas en las personas (pp. 2-3).

2.7.3. Determinación de Polifenoles Totales.

Diversos estudios centrados en la determinación y cuantificación de compuestos fenólicos totales y antioxidantes presentes en frutas y verduras, utilizan diferentes métodos de extracción. Una de ellas la extracción química que generalmente es la que más se utiliza, puesto que ayuda en la extracción en grandes cantidades de compuestos fenólicos totales y antioxidantes (Castrica, et al. 2019, p. 3).

Los diferentes métodos que se utilizan para la cuantificación de polifenoles totales en productos alimenticios o muestras biológicas, generalmente se dan mediante la reacción de un reactivo colorimétrico con los compuestos fenólicos, permitiendo cuantificar los polifenoles totales mediante una porción visible del espectro. El método Folin Cicalteu es uno de muchos, que parte de los compuestos fenólicos en medio alcalino, donde se da la transferencia de electrones de complejos de ácido fosfomolibdico/fosfotúngstico a complejos azules que se cuantifican mediante espectroscopía a 765 nm aproximadamente (Bokuchava, et al. 2021, p. 6).

2.8. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE.

2.8.1. Definición

Mattill, (2015, como se citó en Caballero y Escobedo, 2019) afirma que Los compuestos antioxidantes son moléculas que tienen la capacidad de reducir o prevenir la oxidación de otras moléculas, la cual es una reacción química que implica la transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante. Este proceso puede generar radicales libres, lo cual inicia una reacción en cadena que puede dañar las células. (p. 23).

Según Vagula (2018) et al., “los compuestos con actividad antioxidante son sustancias que pueden inhibir las reacciones de los radicales libres, como las especies reactivas del oxígeno, así como también actuar como inhibidores de la carcinogénesis” (p. 2).

2.8.2. Fuentes de antioxidantes.

Generalmente estos antioxidantes se clasifican en 2 grupos principales: enzimáticos y no enzimáticos. Ciertos antioxidantes, que comprenden enzimas, moléculas y cofactores enzimáticos, se suelen producir de manera endógena, y la mayoría de estos antioxidantes se pueden obtener o ingerir de fuentes dietéticas (Becker et al, 2019, pp. 1-2) Algunas frutas, como moras, fresas, arándanos, grosellas negras, nueces, granadas y otras además de verduras, bebidas, cereales y otros alimentos de la industria que son consumibles de manera habitual, que además su ingesta contribuye a la defensa ante el estrés oxidativo y reducción del nivel de envejecimiento (Lourenço, et al., 2019, p. 4).

2.8.3. Determinación de Capacidad Antioxidante.

Hoy en día existen diversos métodos para la determinación de capacidad antioxidante basados principalmente por métodos espectrofotométricos mediante radicales sintéticos, entre ellos el ácido 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico también conocido como ABTS, así como también el 1,1'-difenil-2-picrilhidrazilo o DPPH y por último el N, N-dimetil-p-fenilendiamina o DMPD. Dentro de los 3, el radical DPPH es el que más se utiliza debido su estabilidad, sensibilidad y su sencillez al momento de realizar el ensayo (Hidayat, et al. 2018, p. 1).

El método DPPH parte de la simplificación del radical violeta DPPH por un compuesto antioxidante mediante un proceso de transferencia de átomo de hidrógeno provocando un cambio en el color de las moléculas DPPH estables a un color amarillo pálido. Lo restante del radical violeta DPPH se calcula por espectrofotometría UV-Vis a 515 - 520 nm aproximadamente, para finalmente determinar la capacidad antioxidante (Sirivibulkovit et al. 2018, pp. 1-2).

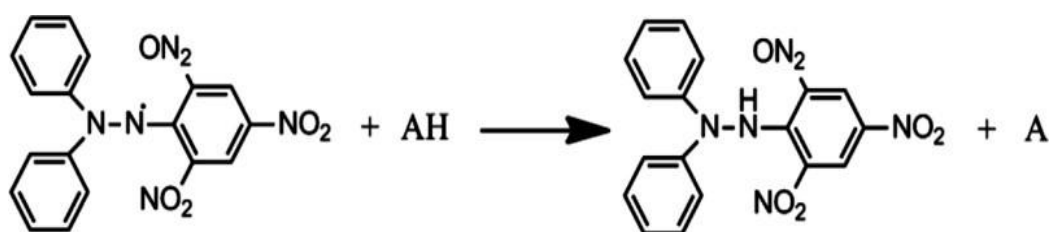


Figura 7. Reacción de antioxidante y radical libre DPPH. AH es una molécula donante de antioxidantes y A es un radical libre producido.

Fuente: Sirivibulkovit et. al. (2018, p. 2)

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El estudio de investigación se realizó en la Universidad Nacional del Santa, distrito de Nuevo Chimbote, EAP de Ingeniería Agroindustrial, haciendo uso de los siguientes espacios:

- Laboratorio de Microbiología y toxicología.
- Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales.
- Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial
- Planta Piloto Agroindustrial.

3.2. MATERIA PRIMA.

Para llevar a cabo el estudio de investigación se requirió de tres materias primas las cuales fueron:

- 15 kg de **mashua** (*Tropaeolum tuberosum*) **variedad amarilla**, que fue adquirido del distrito de Huaraz de la región Áncash, en estado de madurez óptimo.
- 15 kg de **Camu camu** (*Myrciaria dubia*) **variedad HBK**, que fue adquirido la Amazonía peruana de la región Loreto, en estado de madurez óptimo.
- 15 kg de **Arándano** (*Vaccinium myrtillus*) **variedad BILOXI** que fue adquirido de la provincia de Virú de la región La Libertad, en estado de madurez óptimo.

3.3. EQUIPOS, MATERIALES, REACTIVOS E INSUMOS

3.1.1. Reactivos

- ✓ 50 ml Fenolftaleína a 1%.
- ✓ 1 L Hidróxido de sodio a 0.1 N
- ✓ 150 ml Acetona.
- ✓ 35 mg Ácido Gálico
- ✓ 1L de Metanol
- ✓ 20 mg de Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid)
- ✓ 50 mg DPPH (2,2 – Difenil–1–Picrilhidrazilo)
- ✓ 6 L de agua destilada
- ✓ 3 ml Folin-Ciocalteu
- ✓ 8 g de Carbonato sódico a 0.9%.
- ✓ 8 g de ácido oxálico
- ✓ 5 g de ácido ascórbico
- ✓ 15 g de 2-6 Diclorofenol indofenol

3.1.2. Insumos

- ✓ CMC.
- ✓ Edulcorante Esplenda.
- ✓ Maltodextrina.
- ✓ Ácido Cítrico.

3.1.3. Equipos e Instrumentos

- ✓ Balanza Analítica. Mod. LX 220^a, Marca: Precisa.

- ✓ Refractómetro Digital. Mod. J157, Marca: Rudolph Research Analytical.
- ✓ Termómetro BOECO 0 - 120 °C
- ✓ Estufa Pol- Eko aparatura SDJ. Typ SLW115TOP+. Europa
- ✓ Espectrofotómetro UV visible. Mod. V – 670, Marca: Jasco.
- ✓ Centrífuga Sigma – Laberzentrifugen 2-16. Germany
- ✓ Liofilizador. Modelo, Marca: Labconco.
- ✓ Agitador magnético Vortex V1 plus BOECCO. Germany
- ✓ Equipo de Titulación, Modelo: A211, Marca Orion Star.
- ✓ pHmetro Thermo scientific Orion versaStar. Indonesia
- ✓ Prensa Hidráulica manual. Marca: Neo
- ✓ Mufla modelo: Thermolyne Sybron Modelo N° FB1310 M-26. USA
- ✓ Desecador.
- ✓ Picnómetro.
- ✓ Sensores de T°. Modelo. M4T1, Marca Data Trace.
- ✓ Baño María.
- ✓ Refrigeradora LG.
- ✓ Licuadora. Marca Oster.

3.1.4. Materiales de vidrio

- ✓ 9 placas Petri.
- ✓ 2 matraz de 50 ml.
- ✓ 4 vasos de precipitados de 50 ml.
- ✓ 2 crisoles
- ✓ 1 pinza
- ✓ 3 fioles de 250 ml

- ✓ 2 fioles ámbar o forrada con papel aluminio de 500 ml.
- ✓ 10 fiola de 10 ml.
- ✓ 5 fiola de 100 ml.
- ✓ 2 fioles de 1 L
- ✓ 200 viales ámbar (deben estar forrados de papel aluminio)
- ✓ 1 micropipeta de 1000 μ l.
- ✓ 1 micropipeta de 100 μ l.
- ✓ 3 pipetas de 1 ml.
- ✓ 3 pipetas de 5 ml.
- ✓ 2 pipeta de 10 ml.
- ✓ 40 tubos de ensayo
- ✓ 4 tubos de centrifugación.
- ✓ 3 pisetas
- ✓ 3 cientos de tips (1000 μ l)
- ✓ 3 cientos de tips (200 μ l)
- ✓ Cocina Industrial
- ✓ Tanque de acero inoxidable.
- ✓ Espumadera.
- ✓ Cucharon
- ✓ Cuchara
- ✓ Tamices.
- ✓ Cuchillo
- ✓ Tabla de picar
- ✓ Jarras medidoras.
- ✓ 100 botellas de 250 ml.

3.4. MÉTODOS

4.1.1. Caracterización Físicoquímica de Las Materias Primas.

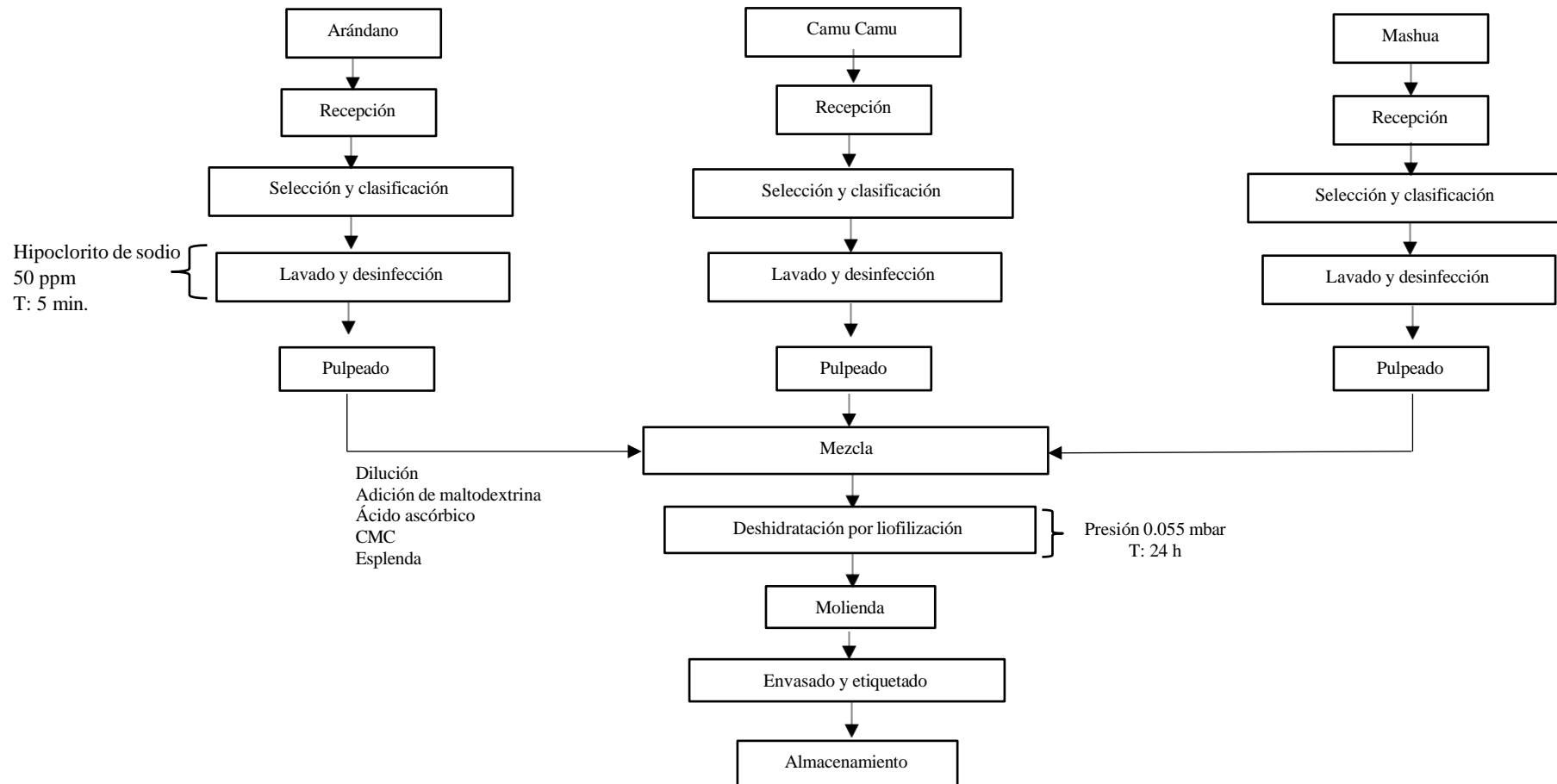
Se realizó la caracterización de las materias primas por separado de la mashua (*tropaeolum tuberosum*), camucamu (*myrciaria dubia*) y arándano (*vaccinium myrtillus*), mediante los siguientes análisis:

- a. Humedad.** Se realizó por diferencia de pesos según 934.06 (37.1.10) AOAC 2016.
- b. Ph.** Para determinar el Ph se empleó el método la AOAC 981.12 18th. Ed. 2005, con ayuda de un multimodal.
- c. °Brix.** Para los grados brix se empleó el refractómetro según lo propuesto por la AOAC, 2016 932.12
- d. Acidez.** La acidez titulable se determinó según el método 947.05 (AOAC - 2016), expresado % de ácido ascórbico, mediante la fórmula:

$$\% \text{ /V} = \frac{p \quad (Vml \times N) \times meq \text{ ácido predominante}}{gMx} \times 100$$

4.1.2. Elaboración del Néctar Deshidratado.

Figura 8. Diagrama de bloques de la preparación del néctar de mashua (*tropaeolum tuberosum*), camucamu (*myrciaria dubia*) y arándano (*vaccinium myrtillus*).



4.1.3. Descripción del proceso de preparación del Néctar Deshidratado.

A. Recepción: Se recepcionó la mashua, Camu camu y Arándano, se caracterizó y se pesó cada una de las materias primas. En esta operación se utilizó recipientes adecuados, así como balanzas calibradas y limpias.



Figura 9. Recepción de la mashua, Camu Camu y Arándano.

B. Selección y clasificación: En esta operación se separaron los frutos que no eran adecuados para la elaboración del néctar, los cuales presentaban daños mecánicos, arrugamientos, deshidratación, puntos negros, así como defectos biológicos y fisiológicos.



Figura 10. Selección y Clasificación de la Materia prima.

C. Lavado y desinfección: Su objetivo fue eliminar de la fruta toda la tierra u otras sustancias adheridas, lo cual se logró mediante intensos chorros de agua fría y, en algunos casos, con un cepillado adicional. Para la desinfección, se empleó hipoclorito de sodio en una concentración de 20 a 50 ppm.



Figura 11. Lavado y Desinfección de la Mashua, Camu Camu y Arándano.

D. Pulpeado: Este proceso consistió en obtener pulpa o jugo, libre de cáscaras y semillas, utilizando utensilios adecuados como cuchillos, cucharas, coladores y una licuadora, se separó en porciones para preparar según la composición de los 12 tratamientos.



Figura 12. Extracción de la Pupa de Mashua, Camu Camu y Arándano.

E. Homogenizado: En esta etapa, se combinó todas las pulpas de las materias primas según los tratamientos establecidos. Se añadió CMC, ácido ascórbico y edulcorante (Esplenda) al néctar hidratado. Además, se incorporó maltodextrina para actuar como agente encapsulante, contribuyendo a la caracterización del néctar.



Figura 13. Mezclado, Homogenizado y Obtención del Néctar.

F. Deshidratación por liofilización: Donde la mezcla acondicionada y homogenizada se colocó en una bandeja de acero inoxidable y se realizó controles del proceso mediante termo sensores a una presión 0.055 mbar, a una temperatura de -35°C en la etapa de Congelación, luego a una temperatura de -10°C durante 10 h en la etapa de Secado primario y por último a una temperatura de 30°C durante 14 h en la etapa de Secado Secundario.



Figura 14. Liofilización del mejor tratamiento de Néctar de mashua, camu camu y arándano.

G. Molienda: Luego del deshidratado se realizó manualmente la molienda mediante una prensa manual, obteniendo como resultado una harina homogenizada de la mezcla liofilizada, obteniendo como producto el néctar deshidratado y evitando la captación de humedad.



Figura 15. Molienda del Néctar liofilizado.

H. Envasado: Luego de obtener el producto se envasó y se etiquetó en envases impermeables.



Figura 16. Envasado del Néctar liofilizado.

I. Almacenamiento: Se almacenó en ambiente fresco y seco libre de humedad, con el objeto de no alterar el producto y alargar el ciclo de vida útil del producto.



Figura 17. Conservación en cámara de vacío.

4.1.4. Evaluación del Néctar Deshidratado.

a) Métodos de determinación de Compuestos Bioactivos.

❖ Determinación de Vitamina C.

Para medir la vitamina C, se utilizó el sistema de titulación con 2,6 diclorofenol indofenol siguiendo la norma 967.21 (AOAC, 1990). El procedimiento de acondicionamiento de reactivos incluyó los siguientes pasos:

1. Preparación de reactivo:

- ✓ Se pesaron 4 g de ácido oxálico y se disolvieron en agua destilada en una fiola de 1 L.
- ✓ Se preparó una solución estándar de ácido ascórbico al 0.1% disolviendo 0.1 g de ácido ascórbico en una fiola de 100 ml con ácido oxálico al 0.4%.

2. Preparación del estándar de trabajo (Curva de calibración):

- ✓ Se numeraron fiolas de 10 ml del 1 al 5.
- ✓ Se añadieron alícuotas de 100, 200, 300, 400 y 500 ul de la solución de ácido ascórbico al 0.1% a cada fiola, respectivamente, y se completaron con solución de ácido oxálico al 0.4% hasta alcanzar 10 ml.

3. Preparación de la solución coloreada:

- ✓ Se pesaron 6 mg de 2,6 diclorofenol indofenol y se disolvieron en una fiola de 500 ml con agua destilada. Si es necesario, se almacenó en refrigeración para su conservación.

4. Determinación de la curva patrón:

- ✓ Se prepararon los siguientes tubos:

- ✓ Tubo 1: 100 ul de agua destilada.
- ✓ Tubo 2: 100 ul de ácido oxálico al 0.4% más 900 ul de colorante.
- ✓ Tubo 3: 100 ul de ácido oxálico al 0.4% más 900 ul de agua destilada.
- ✓ Tubo 4: 100 ul del estándar de trabajo N° 1 más 900 ul de colorante.
- ✓ Se midió la absorbancia con un espectrofotómetro a 520 nm. Primero, se ajustó a cero la absorbancia con el tubo 1. Luego, se leyó la absorbancia del tubo 2, que se registró como L1. Después, se ajustó a cero la absorbancia con la solución del tubo 3 y se obtuvo la absorbancia que se registró como L2. Este procedimiento se repitió para cada estándar de trabajo.

5. Construcción de la curva estándar:

- ✓ Se graficaron las concentraciones de ácido ascórbico (1, 2, 3, 4 y 5 mg/100 ml) en la abscisa frente a L1 y L2 (absorbancia) en la ordenada.

6. Acondicionamiento de la muestra:

- ✓ Se mezclaron 5 g de la muestra con 35 ml de ácido oxálico al 0.4% durante 3 minutos y se filtró la mezcla.
- ✓ Para determinar L1, se añadió 1 ml del filtrado al tubo 3 con 9 ml de agua destilada, ajustando a cero la absorbancia. Para determinar L2, se añadió 1 ml del filtrado al tubo 4 con 9 ml de solución coloreada. Después de 15 segundos, se obtuvo la absorbancia L2.
- ✓ Se calculó la diferencia entre L1 y L2 para obtener la concentración de ácido ascórbico utilizando la curva estándar.

❖ **Determinación de Compuestos Fenólicos.**

Se procederá a la cuantificación de polifenoles totales utilizando el método de Folin y Ciocalteu, siguiendo el protocolo descrito por Moreno Escamilla (2015) y modificado por Caballero & Escobedo (2019). A continuación, se detalla el procedimiento para la preparación de reactivos y el análisis de muestras:

1. Preparación de Reactivos:

- ✓ **Solución de Folin-Ciocalteu:** se midió 5 ml del reactivo y transferirlo a una fiola de 10 ml. Se completó el volumen con agua destilada y se cubrió la fiola con papel aluminio para protegerla de la luz.
- ✓ **Ácido Gálico:** Se disolvió 22.5 mg de ácido gálico en agua destilada en una fiola de 50 ml. Luego, se tomó 2 ml de esta solución y transferir a una fiola de 10 ml, completando con agua destilada.
- ✓ **NaCO₃:** Se pesó 2 g de Na₂ CO₃ y se disolvió en agua destilada hasta completar el volumen en una fiola de 10 ml. Seagitó bien para asegurar una disolución completa.

2. Preparación de la Curva:

- ✓ **Blanco:** Para preparar el blanco, se añadió 50 ul de Na₂ CO₃ y 1100 ul de agua destilada, agitar la mezcla y dejar reposar.
- ✓ **Curva Patrón:** Utilizar 6 tubos eppendorf con diferentes volúmenes de ácido gálico (20, 40, 60, 80 y 100 ul). Se añadió 100 ul de la solución de Folin-Ciocalteu a cada tubo, se agitó la mezcla y reposó durante 5 minutos. Luego, se añadió 50 ul de Na₂ CO₃, se agitó nuevamente, y se completó con agua destilada y dejar reposar otros 5 minutos. Se agregó

200 ul de cada tubo a la microplaca y se leyó la absorbancia en el multimodal a 739 nm.

3. Extracción de Muestras:

- ✓ Se pesó 1 g de las muestras y se añadió en tubos de centrifugación con 20 ml de la solución metanol 50-50 v/v.
- ✓ Se sometió a baño ultrasónico durante 30 min.
- ✓ Se centrifugó a 3600 rpm por 30 nm
- ✓ Se separó el sobrenadante.
- ✓ A lo que quedó se añadió la solución de acetona a 70-30 v/v, para la segunda extracción.
- ✓ Se volvió a someter a baño ultrasónico y centrifugación.
- ✓ Se separó el sobrenadante se juntó con el anterior para su lectura en el multimodal a 739 nm.

❖ Determinación Actividad antioxidante.

Para evaluar la actividad antioxidante, se empleará la metodología basada en el radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) según el protocolo 2012.04.

A continuación, se detalla el procedimiento:

1. Preparación de Reactivos:

- ✓ Solución de DPPH:
 - 1) Se pesó 20 mg del reactivo DPPH y se transfirió a una fiola de 50 ml y se envolvió con papel aluminio.
 - 2) Se añadió 250 ml de metanol grado HPLC para llegar a la absorbancia cercana a 0.800 a 515 nm.
- ✓ Solución de Trolox:

- 1) Se pesó 12.5 mg de Trolox y transferir a una fiola de 50 ml forrada con papel aluminio.
- 2) Se añadió metanol hasta aforar.
- 3) Seagitó durante 5 minutos.
- 4) Se completó el reactivo.

2. Determinación de la Curva Patrón:

- ✓ Se midió 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4 ml de la solución de Trolox y se transfirió a tubos de ensayo.
- ✓ Se añadió 6.25 ml de la solución de DPPH a cada tubo.
- ✓ Se tapó los tubos e incubar en un baño maría a 37°C durante 2 horas.
- ✓ Se midió la absorbancia a 515 nm utilizando el multimodal.

3. Extracción de las muestras.

- ✓ Se pesó 1 g de las muestras y se añadió en tubos de centrifugación con 20 ml de la solución metanol 50-50 v/v.
- ✓ Se sometió a baño ultrasónico durante 30 min.
- ✓ Se centrifugó a 3600 rpm por 30 nm
- ✓ Se separó el sobrenadante.
- ✓ A lo que quedó se añadió la solución de acetona a 70-30 v/v, para la segunda extracción.
- ✓ Se volvió a someter a baño ultrasónico y centrifugación.
- ✓ Se separó el sobrenadante se juntó con el anterior para su lectura en el multimodal a 515 nm.

b) Análisis Sensorial.

Para evaluar los parámetros sensoriales del néctar hidratado, se considerarán cuatro atributos: sabor, olor, color y textura. Se utilizará una prueba sensorial basada en una escala hedónica de 5 puntos, donde las puntuaciones se interpretan de la siguiente manera:

1: Me disgusta mucho

2: Me disgusta moderadamente

3: No me gusta ni me disgusta

4: Me gusta moderadamente

5: Me gusta mucho

Esta escala permitirá medir la satisfacción y aceptabilidad del néctar. La evaluación se llevará a cabo con 30 panelistas en condiciones ambientales adecuadas, asegurando buena iluminación y espacio personal para cada evaluador. Para mayor detalle, consulte el Anexo 6.

4.1.5. Diseño Experimental.

El Diseño Experimental que se empleó un diseño de Mezclas Design Expert 11.00, D-optimal; Donde Gutiérrez y De la Vara, (2008, como se citó en Lavy, 2016) nos dice que es un diseño en donde los factores son los elementos de una mezcla y las variables respuesta dependen de las cantidades con las que participan los componentes en dicha mezcla mas no de su cantidad (p. 22). Además, Espinoza et al, (2006, como se citó en, Lavy, 2016) también aboga sobre el diseño D-optimal como una opción muy económica en comparación a diseños tradicionales, dado que el número de ensayos que se utiliza es notablemente menor, obteniendo resultados óptimos (pp. 25-26). Dicho esto, se

evaluó en 12 tratamientos de 3 componentes (pulpa de mashua, pulpa de camu camu y pulpa de arándano) con 3 variables respuesta (vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante) y se empleó un nivel de significancia del 5%.

Tabla 7. *Esquema Experimental del Diseño de Mezclas Design Expert 11.00, D Óptimal.*

	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Respuesta 1	Respuesta 2	Respuesta 3
Corridas	A: Mashua	B: Camu Camu	C: Arándano	Vitamina C	Polifenoles totales	Actividad antioxidante
	%	%	%			
1	35.00	30.00	35.00			
2	35.00	32.00	33.00			
3	32.00	34.00	34.00			
4	35.00	35.00	30.00			
5	35.00	35.00	30.00			
6	30.00	36.00	34.00			
7	33.00	35.00	32.00			
8	30.00	36.00	34.00			
9	32.00	33.00	35.00			
10	31.00	37.00	32.00			
11	30.00	40.00	30.00			
12	30.00	40.00	30.00			

Nota: Se considera el 100% de la composición de pulpa de la materia prima que se utiliza en el diseño de mezclas.

a) Diseño Estadístico.

Las variables se examinarán mediante un análisis de varianza (ANOVA). El análisis de los datos se realizará empleando el software estadístico Design Expert v 11.00 mediante un diseño de mezclas D optimal.

b) Operacionalización de las Variables.

Tabla 8. Operacionalización de las variables independientes y dependientes, con sus respectivas técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Variables independientes	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Pulpa de mashua	Concentración de pulpa de mashua	g/100 g de néctar	Gravimetría
Pulpa de camu camu	Concentración de pulpa de camu camu	g/100 g de néctar	
Pulpa de arándano	Concentración de pulpa de arándano	g/100 g de néctar	
Variables dependientes	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
	Determinación de humedad	%	secado 934.06 de AOAC 2016.
Caracterización	Determinación de Ph	pH	Ph-metro
Fisicoquímica	Determinación de °Brix	°brix	Refractométrico
	Determinación Acidez	%	Titulación
Concentración de compuestos bioactivos en el néctar deshidratado a base de mashua, camu camu y arándano.	Concentración de vitamina C	mg de A.A./100 g de muestra	Espectrofotometría
	Concentración de Polifenoles totales	mg de A.G./100 g de muestra	Método de Folin-Ciocalteu.
	Actividad antioxidante	u mol de Trolox Equivalente/ml de muestra	Método DPPH.
Nivel de aceptabilidad del néctar	Analisis de aceptabilidad	Según atributos color, olor, sabor y textura.	Prueba Hedónica

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DE LAS MATERIAS PRIMAS

En la Tabla 9 se presentan los resultados de la caracterización fisicoquímica de la mashua, el camu camu y el arándano..

Tabla 9. *Caracterización fisicoquímica de la pulpa de mashua, camu camu y arándano.*

COMPONENTE	MASHUA	CAMU CAMU	ARÁNDANO
Humedad (%)	84.44 ± 0.36	92.10 ± 0.71	91.33 ± 0.51
Ph	6.31 ± 0.19	2.45 ± 0.02	3.40 ± 0.01
°Brix	8.73 ± 0.15	4.2 ± 0.1	13.07 ± 0.15
Acidez titulable (% Ácido cítrico)	1.66 ± 0.21	2.42 ± 0.22	0.97 ± 0.13

a. Humedad.

En la pulpa de mashua variedad amarilla, se obtuvo un contenido de humedad del 84.44 % ± 0.36, similar al encontrado por Paucar (2014, p. 98) con un 89.31 % en la misma variedad, pero superior al valor encontrado por Malpartida et al. (2022, como se citó en Chamba, 2023, p. 8) que indica un 78,04%. Sin embargo, Jiménez et al. (2019, p. 6) reportaron un valor más alto de 92.86 %, indicando posibles diferencias debido a la variabilidad en la forma del cultivo de este producto, variabilidad de climas y zonas de cultivo, así como también las condiciones ambientales durante las pruebas de laboratorio.

En cuanto al camu camu, se registró una humedad relativa de $92.10 \% \pm 0.71$, cercana al 91.27% reportado por Quezada y Yenque (2019, p. 55) y considerablemente más alta que el 85.3% mencionado por Oro y Urcia (2018, p. 57). También presentando diferencias significativas debido a las diferencias entre las variedades evaluadas.

Por otro lado, el arándano mostró una humedad del $91.33 \% \pm 0.51$, similar al 90.97% encontrado por Quezada y Yenque (2019, p. 55), pero superior al 84.73% reportado por Paria y Terrones (2021, p. 50). Las diferencias se deben principalmente a la variabilidad de existe dentro de las formas y costumbres de cultivo de cada zona.

b. Ph.

El pH medido en la mashua variedad amarilla fue de 6.31 ± 0.19 , cifra cercana al pH de 6.13 reportado por Paucar (2014, p. 85) y al reportado por Malpartida et al. (2022, como se citó en Chamba, 2023, p. 8) con un valor de 6.22 en la misma variedad. En contraste, Jiménez et al. (2019, p. 6) encontraron un pH de 3.92 para la mashua amarilla, considerablemente diferente al valor obtenido en este estudio, debido a la diferencia de métodos utilizados para su determinación. Para el camu camu, se registró un pH promedio de 2.45 ± 0.02 , similar al valor de 2.49 reportado por López et al. (2020, p. 5), pero diferente al 2.71 mencionado por Oro y Urcia (2018, p. 57). En cuanto al arándano, se obtuvo un pH de 3.404 ± 0.014 , cercano al valor de 3.25 informado por Pinedo (2018, p. 21), aunque notablemente diferente al 2.61 reportado por Baenas et al. (2020, p. 6). Estas diferencias se pueden encontrar debido a la diferencia de zonas de cultivo que se extrajo cada materia prima.

c. °Brix.

En la mashua, los grados Brix reportados fueron de 8.733 ± 0.15 , cifra diferente al valor de 6.61 reportado por Paucar (2014, p. 53) y similar al valor de 6.00 mencionado por Lara (2017, p. 57).

Para el camu camu, se registró un valor de 4.2 ± 0.1 , distinto al 6.20 reportado por Maeda et al. (2017, p. 78) y al 8.1 reportado por Peuckert et al. (2017, p. 148).

En el arándano, se encontró un valor de 13.067 ± 0.15 , notablemente diferente al 6.63 reportado por Montero (2018, p. 26) y cercano al valor de 10.57 reportado por Pinedo (2018, p. 19).

d. Acidez Titulable.

En la mashua, se registró una acidez de 1.66 ± 0.2134 , valor similar al encontrado por (Malpartida et al. 2022, como se citó en Chamba, 2023, p. 8) con un valor de 1,59, y valor diferente al 2.74 reportado por Jiménez et al. (2019, p. 74) pero similar al 2.629 mencionado por Heinert et al. (2020, p. 48).

Para el camu camu, se obtuvo una acidez de 2.419 ± 0.219 , valor similar al 2.98 reportado por Obregón et al. (2021, p. 20) y muy cercano al 2.48 mencionado por Obregón & Obregón (2019, p. 58).

En cuanto al arándano, se encontró una acidez de 0.9735 ± 0.1293 , considerablemente diferente al 2.41 reportado por Falcón (2017, p. 13), pero muy similar al valor de 0.527 informado por De la Cruz e Irigoín (2019, p. 26).

4.2. CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS EN LAS MATERIAS PRIMAS.

Se realizó el análisis de Vitamina C, Polifenoles y Actividad Antioxidante en las muestras de materia prima.

Tabla 10. *Contenido de Vitamina C, Polifenoles y Antioxidantes en las diferentes muestras de Materia Prima.*

Materia prima	Vitamina C. (mg AA/100g)	Polifenoles (mg EAG/100g)	Antioxidantes (umol TE/100g)
Mashua	62.86 ± 0.35	11.21 ± 0.73	24.39 ± 0.23
Camu Camu	2155.72 ± 1.36	646.19 ± 0.64	1755.037 ± 1.01
Arándano	28.08 ± 0.18	737.96 ± 0.49	2077.55 ± 0.97

4.2.1. Vitamina C.

a. Mashua.

Después de analizar el contenido de vitamina C en la mashua, se encontró que tenía un valor de 62.86 ± 0.35 mg AA/100g en muestra fresca. Este valor es superior al reportado por Catunta (2016, p. 33), cuyo estudio indicó 44.18 ± 0.37 mg AA/100g. En contraste, Canahualpa y Solano (2018, p. 32) obtuvo un valor de 70.91 ± 0.01 mg AA/100g para la variedad de mashua Negra, la cual fue superior al encontrado en esta investigación. La diferencia de concentraciones podría atribuirse a las distintas variedades de mashua, las cuales pueden mostrar variaciones en sus características y, por lo tanto, en sus concentraciones de vitamina C. Esta variabilidad se observa y se confirma en diversas investigaciones, debido a la diferencia en los métodos que se utilizan para su determinación.

b. Camu Camu.

En el caso del Camu Camu, se encontró una concentración de vitamina C de 2155.72 ± 1.36 mg AA/100g, un valor notablemente alto en comparación con otros estudios previos. Por ejemplo, Quezada y Yenque (2019, p. 55) reportaron 2086.12 ± 37.2 mg AA/100g, mientras que Obregón (2019, p. 29) mencionó una concentración de 2714.10 mg AA/100g. En otro estudio, Obregón et al. (2021, p. 20) obtuvieron un valor superior al encontrado en esta investigación, específicamente 2780 ± 3.00 mg AA/100g. Estas discrepancias pueden atribuirse a diversos factores, como las diferencias en los métodos utilizados para la medición, tales como el método de titulación frente a métodos más avanzados como HPLC.

c. Arándano.

En esta investigación, la concentración de vitamina C encontrada en el arándano fue de 28.08 ± 0.18 mg AA/100g. Este valor contrasta con otros estudios previos, como el de Quezada y Yenque (2019, p. 55), quienes reportaron una concentración de 20.77 ± 0.18 mg AA/100g. Además, Hera et al. (2023, p. 43) encontraron una amplia variabilidad en diferentes variedades de arándano, con valores que oscilaron entre 5.73 mg AA/100g y 14.86 mg AA/100g. Estas diferencias destacan la variabilidad en las concentraciones de vitamina C según la variedad específica de arándano y las condiciones de estudio empleadas en cada investigación.

4.2.2. Polifenoles

a. Mashua.

En este estudio, se encontraron polifenoles totales en la mashua con un valor de 11.21 ± 0.73 mg EAG/100g en muestras frescas. Este resultado difiere con estudios anteriores como el de Ibarra (2018, p. 21), donde se reportaron valores que oscilaron entre 5.01 ± 0.04 mg EAG/100g y 6.49 ± 0.14 mg EAG/100g. El cual se asemeja al estudio de Chirinos et al. (2013, como se citó en Malpartida et al., 2022, p. 47), el cual señaló que en el genotipo amarillo contenía $4,2 \pm 0,0$ mg EAG/100g. Por otro lado, Coloma et al. (2022, p. 10) investigaron diferentes genotipos de mashua amarilla de diversas zonas agroecológicas, encontrando valores que variaron desde 1.16 ± 0.03 mg EAG/100g hasta 11.43 ± 0.05 mg EAG/100g. Los valores obtenidos en este estudio están más cercanos a los reportados por Coloma, pero se sugiere una variabilidad significativa en los contenidos de polifenoles según el genotipo y las condiciones de cultivo de la mashua.

b. Camu Camu.

Las muestras de camu camu frescas, después de ser analizadas, mostraron contener polifenoles totales en una concentración de 646.19 ± 0.64 mg EAG/100g, un valor cercano al reportado por Quezada y Yenque (2019, p. 57), que fue de 615.81 ± 29.0 mg GAE/100g. Por otro lado, Basilio y Dávila. (2022, p. 17) reportaron diferentes concentraciones de polifenoles en muestras de camu camu, dependiendo de su estado de madurez: 265.50 ± 0.93 mg GAE/100g para grado de madurez pintón y 342.30 ± 0.96 mg GAE/100g para grado de madurez maduro. Esto demuestra que los

compuestos fenólicos también varían no solo según la variedad de camu camu, sino también según su grado de madurez.

c. Arándano

Después del análisis de polifenoles totales, las muestras de arándano mostraron una concentración de 737.96 ± 0.49 mg GAE/100g, un valor notablemente alto en comparación con otros estudios. Por ejemplo, Quispe et al. (2024, p. 4) reportaron una concentración de 386 ± 0.09 mg GAE/100g en sus muestras de arándano. Además, Villanueva et al. (2023, p. 51) encontraron que los valores de polifenoles totales en arándanos variaron significativamente según la zona de cultivo, con rangos que iban desde 291 ± 0.33 mg GAE/100g hasta 383 ± 0.01 mg GAE/100g, lo cual también refleja variaciones dependiendo no solo de la variedad sino también del entorno de cultivo.

4.2.3. Actividad Antioxidante.

a. Mashua.

En cuanto a la actividad antioxidante de la mashua, se encontró un valor de 24.39 ± 0.23 umol TE/100g en este estudio. En comparación, Inostroza et al. (2015, p. 86) reportaron valores similares en muestras de mashua, que variaron desde 14.2 ± 0.2 umol TE/100g hasta 17.0 ± 0.2 umol TE/100g en diferentes momentos de determinación, concluyendo que la concentración de antioxidantes tiende a disminuir con el tiempo. Además, Coloma et al. (2022, p. 10) investigaron tres genotipos de mashua amarilla y negra de diferentes zonas agroecológicas, encontrando valores de actividad antioxidante que variaron significativamente, desde 29.59 ± 0.23 umol TE/100g hasta 438.56 ± 2.06 umol TE/100g. Estas diferencias

pueden atribuirse a las variaciones en las variedades de mashua estudiadas, subrayando la influencia significativa de la variabilidad genética en la actividad antioxidante de esta planta.

b. Camu Camu.

El camu camu mostró una alta concentración en actividad antioxidante debido a su elevado contenido de vitamina C, con un valor de $1\,755.037 \pm 1.01$ umol TE/100g en este estudio. En comparación, Basilio y Dávila (2022, p. 18) analizaron la concentración de antioxidantes en camu camu en diferentes estados de madurez, obteniendo valores de 1226.93 ± 6.42 umol TE/100g y 1654.68 ± 0.96 umol TE/100g para los grados de madurez pintón y maduro, respectivamente. Además, Coriat (2021, p. 61) reportó concentraciones de antioxidantes en semillas de camu camu que variaron desde 645.0 ± 0.227 umol TE/100g hasta 688.5 ± 0.119 umol TE/100g. Estos estudios destacan la importancia de considerar tanto el estado de madurez como la parte de la fruta al evaluar la actividad antioxidante del camu camu y otros alimentos ricos en antioxidantes.

c. Arándano

El arándano exhibió una notable capacidad antioxidante de 2077.55 ± 0.97 umol TE/100g, atribuida a su alto contenido en polifenoles y vitamina C. En comparación, Villanueva et al. (2023, p. 51) reportaron valores de capacidad antioxidante en muestras de arándano de la variedad HBK que variaron desde 772.6 ± 6.68 umol TE/100g hasta 1099.5 ± 5.5 umol TE/100g. Estos valores están por debajo al valor encontrado en este estudio, destacando la variabilidad en la capacidad antioxidante del arándano según la variedad y las condiciones de análisis.

4.3. ANALISIS FISICOQUÍMICOS DEL NÉCTAR SEGÚN LOS TRATAMIENTOS DE MEZCLAS DE MASHUA, CAMU CAMU Y ARÁNDANO.

Se llevó a cabo un análisis fisicoquímico para cada tratamiento de néctar de mashua, camu camu y arándano con el fin de verificar que sus propiedades y parámetros cumplieran con las normativas internacionales establecidas.

Tabla 11. *Caracterización Fisicoquímica del Néctar según los Tratamientos de Mezclas de Mashua, Camu Camu y Arándano.*

Tratamientos	A: Mashua (%)	B: Camu Camu (%)	C: Arándano (%)	pH	°Brix	Acidez Titulable (%)
1	35.00	30.00	35.00	4.02 ± 0.25	16.27 ± 0.15	1.63 ± 0.22
2	35.00	32.00	33.00	3.63 ± 0.28	16.07 ± 0.16	1.61 ± 0.29
3	32.00	34.00	34.00	3.86 ± 0.11	15.09 ± 0.23	1.65 ± 0.14
4	35.00	35.00	30.00	3.64 ± 0.12	16.20 ± 0.12	1.60 ± 0.18
5	35.00	35.00	30.00	3.95 ± 0.15	17.20 ± 0.23	1.66 ± 0.12
6	30.00	36.00	34.00	3.99 ± 0.23	16.13 ± 0.05	1.62 ± 0.17
7	33.00	35.00	32.00	3.94 ± 0.25	15.93 ± 0.13	1.57 ± 0.12
8	30.00	36.00	34.00	3.21 ± 0.16	15.87 ± 0.15	1.63 ± 0.18
9	32.00	33.00	35.00	3.73 ± 0.19	16.20 ± 0.20	1.65 ± 0.37
10	31.00	37.00	32.00	3.95 ± 0.14	17.80 ± 0.22	1.52 ± 0.19
11	30.00	40.00	30.00	3.35 ± 0.15	16.27 ± 0.11	1.53 ± 0.18
12	30.00	40.00	30.00	3.99 ± 0.17	16.07 ± 0.11	1.65 ± 0.37

Los tratamientos preparados fueron evaluados en función de sus propiedades fisicoquímicas. Como se detalla en la tabla 10, todos los tratamientos exhibieron un rango de °Brix entre 15.09 y 17.80, valores significativamente superiores a los informados para las materias primas. Este incremento en el contenido de °Brix puede explicarse según Guevara (2010, p. 3), quien menciona que el contenido de °Brix aumenta con la adición de azúcar o edulcorantes. Además, los valores de °Brix reportados están dentro del rango establecido por la Norma Técnica Peruana NTP 203.110 (2009, p. 16), la cual establece que el mínimo de °Brix para néctares y jugos debe ser de 10°Brix.

El pH de los diversos tratamientos se encontró en un rango de 3.21 a 4.02. Estos valores son comparables a los reportados en la tabla 8 del estudio. Según la normativa CODEX STAN 247-2005 citada por Guevara (2010, p. 3), el pH de los néctares debe ser inferior a 4.5, criterio que confirma que los resultados obtenidos están dentro de los límites establecidos por esta normativa internacional.

La acidez titulable de los tratamientos fue reportada en un rango de 1.52% a 1.66%, valores inferiores a los registrados en la tabla 8 para este componente en las materias primas. Esta reducción puede ser explicada según León (2010, p. 20), quien indica que la acidez en el néctar tiende a disminuir en comparación con la de las materias primas debido a la dilución que ocurre al agregar agua. Para contrarrestar esta disminución, es común estabilizar el néctar mediante la adición de ácido cítrico u otros métodos de ajuste de formulación.

4.4. DETERMINACIÓN DE VITAMINA C.

Se determinó el contenido de vitamina C para cada uno de los tratamientos, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 12. *Contenido de Vitamina C del néctar en sus diferentes tratamientos.*

TRATAMIENTOS	VITAMINA C. (mg AA/100g)
1	105.222 ± 3.334
2	106.173 ± 4.340
3	102.224 ± 4.266
4	101.485 ± 14.525
5	103.930 ± 1.131
6	101.404 ± 4.689
7	99.734 ± 2.935
8	104.482 ± 2.258
9	103.189 ± 0.428
10	90.370 ± 1.960
11	103.824 ± 3.715
12	106.615 ± 3.791

En la Tabla 12 se detallan las concentraciones de vitamina C para las 12 formulaciones del néctar de mashua, camu camu y arándano. Destacan los tratamientos T12 y T2 por tener valores altos, con concentraciones de 106.615 ± 3.791 mg AA/100g y 106.173 ± 4.340 mg AA/100g, respectivamente. Por otro lado, los tratamientos T10 y T9 muestran concentraciones más bajas, con 90.370 ± 1.960 mg AA/100g y 99.734 ± 2.935 mg AA/100g, respectivamente, en contraste con los demás tratamientos.

Un estudio previo elaborado por Montalvo y Canteño (2019, p. 46) sobre una bebida funcional elaborada de Tumbo y Mashua Negra, se reportaron concentraciones de 86.30 ± 1.81 mg AA/100g y 59.48 ± 2.30 mg AA/100g,

respectivamente, valores significativamente inferiores a los encontrados en este estudio. Asimismo, en otro estudio sobre una bebida funcional a base de arándano con extracto de almendra, se reportaron concentraciones en un rango más bajo, desde 6.938 ± 0.764 mg AA/100g hasta 14.559 ± 2.372 mg AA/100g (Mozo & Chuquicusma, 2023, p. 68).

Tabla 13. *Análisis de varianza para la variable respuesta de Vitamina C del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.*

Fuentes	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Valor - F	Valor - P
Modelo	144.08	6	24.01	2.04	0.2258
Mezcla Lineal	6.34	2	3.17	0.2689	0.7746
A B	83.10	1	83.10	7.05	0.0451
A C	94.52	1	94.52	8.02	0.0366
B C	68.12	1	68.12	5.78	0.0613
A B C	55.72	1	55.72	4.73	0.0816
Residual	58.90	5	11.78		
Falta de Ajuste	47.28	2	23.64	6.10	0.0876
Error Puro	11.62	3	3.87		
Total	202.98	11			

A = Mashua, B = Camu Camu, C= Arándano. *Valores con significancia del 5% ($p > 0.05$)

En la Tabla 13 se presenta el ANOVA respecto a la concentración de vitamina C en el néctar, elaborado mediante un diseño de mezclas d-óptimal. Este análisis muestra cómo interactúan los componentes de la mezcla A (% Mashua), B (% Camu Camu) y C (% Arándano), y cómo influyen en la concentración de vitamina C. Se obtuvo un coeficiente de determinación (R^2) superior al 70%, lo cual es óptimo para derivar la ecuación que relaciona la concentración de vitamina C con la proporción de cada componente en la mezcla, representada por la Ecuación 1.

ECUACIÓN 1:

$$\text{Vitamina C} = 198.50 * A + 104.77 * B + 171.18 * C - 194.83 * AB - 320.30 * AC - 121.99 * BC + 351.43 * ABC$$

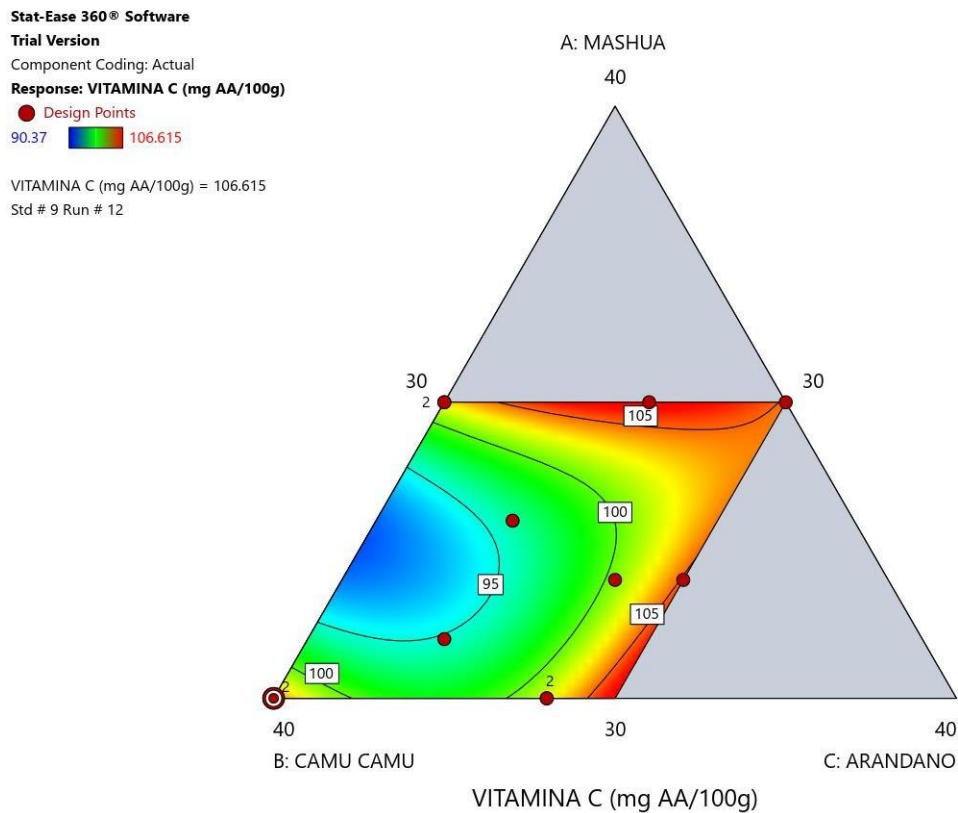


Figura 18. Gráfico de Contorno para la variable respuesta de Vitamina C del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.

En la Figura 18 se observa un gráfico de contorno el cual ilustra cómo varía la concentración de vitamina C en el néctar hidratado en función de las concentraciones de A (% Mashua), B (% Camu Camu) y C (% Arándano). Se observa que la concentración más alta de vitamina C se alcanza cuando el componente B (% Camu Camu) está en su máximo porcentaje de participación, como se observa en el tratamiento T12 (30% de A; 40% de B y 30% de C), el cual registró una concentración de 106.615 ± 3.791 mg AA/100g, siendo el valor más alto entre todos los tratamientos evaluados.

Para una representación más clara y detallada de esta afirmación, se utiliza un gráfico de dos componentes, como se muestra en la Figura 17.

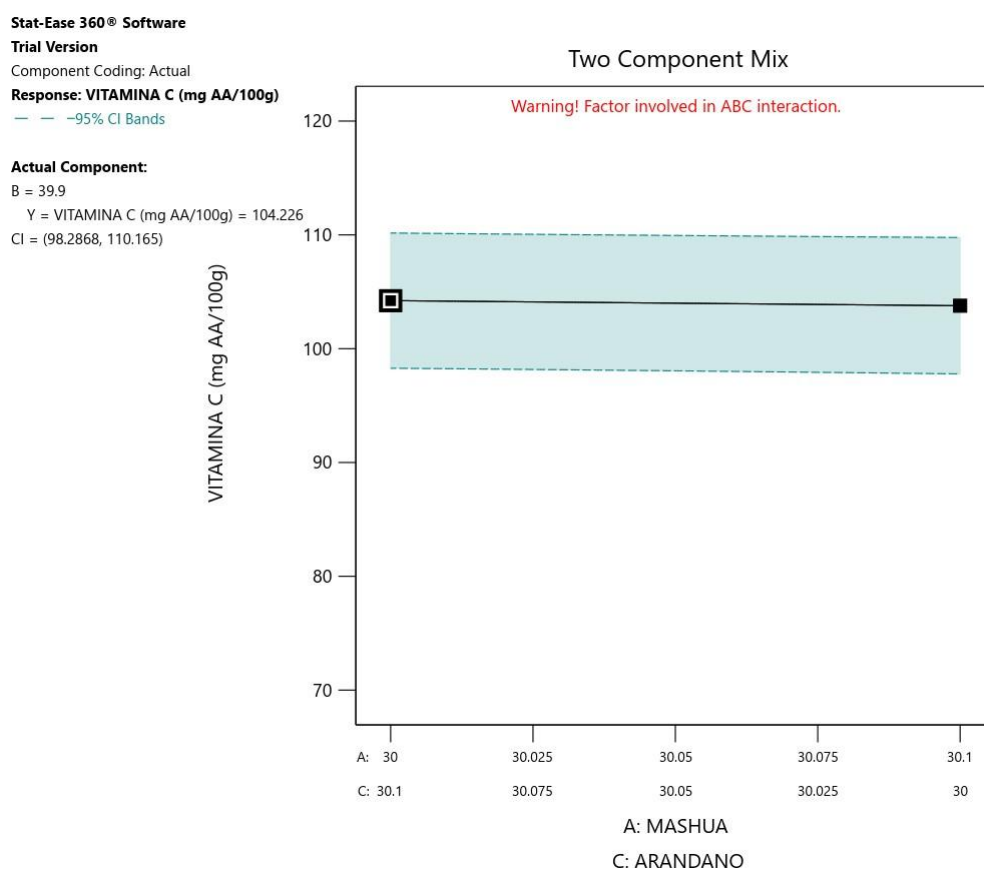


Figura 19. Gráfico de 2 componentes para la variable respuesta Vitamina C en el néctar de mashua, camu camu y arándano.

En el gráfico se confirma que el componente B (% Camu Camu) presenta una mayor influencia en la maximización de la concentración de Vitamina C en el néctar. Se observa que cuando el componente A (% Mashua) y C (% Arándano) están en su concentración mínima del 30% y 30.1% y el componente B está en concentraciones altas del 39.9 %, la concentración de vitamina C alcanza los 104.226 mg AA/100g, como se muestra claramente en la gráfica.

El camu camu destaca entre otras frutas como un superalimento debido a su notable contenido de vitamina C, como lo confirma Conceição et al. (2019, como se citó en García et al., 2021, p. 645). Según el estudio, el camu camu puede

contener entre 800 y 6,100 mg/100 g de ácido ascórbico en la pulpa fresca, siendo reconocido como el fruto con el más alto contenido de vitamina C conocido, que puede llegar de 2.4 a 3.0 g/100 g de pulpa. Este hecho lo convierte en un recurso valioso con un gran potencial socioeconómico y nutricional para la región (Pimentel et al., 2019, citado en García et al., 2021).

Para una mejor visualización de cómo interactúan los componentes de la mezcla y su influencia en la concentración de vitamina C en los 12 tratamientos, se presenta un gráfico de superficie 3D (Figura 19). Este gráfico permite observar de manera más clara cómo varía la concentración de vitamina C en el néctar de mashua, camu camu y arándano en función de las diferentes cantidades de estos componentes.

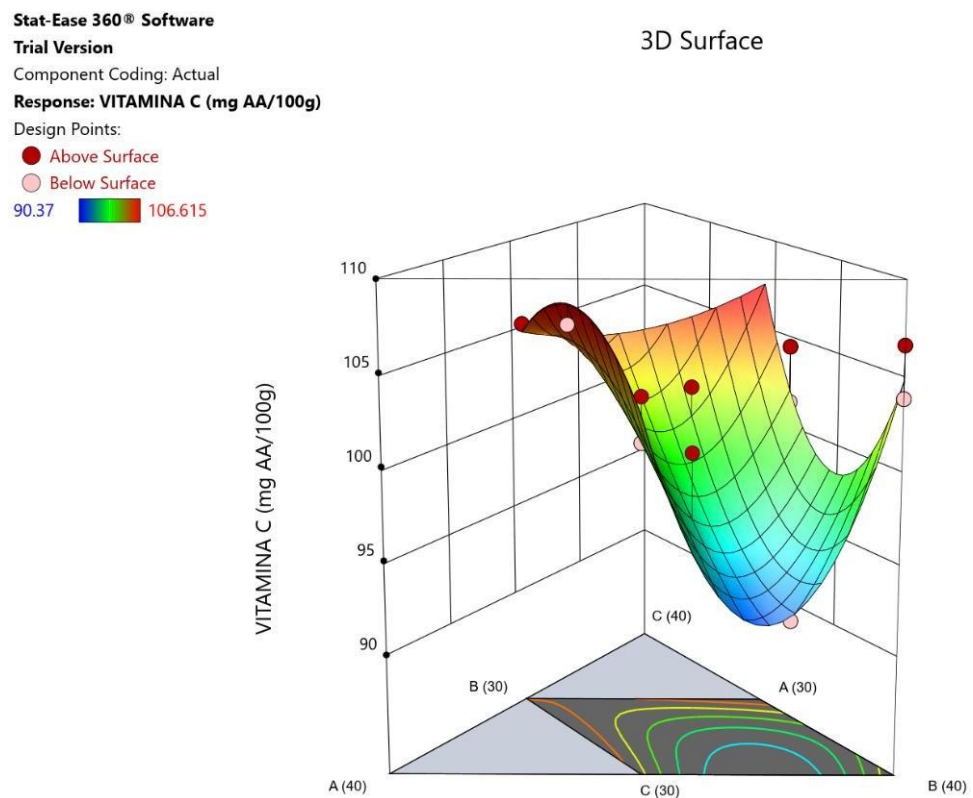


Figura 20. Gráfico de superficie 3D para la variable respuesta de Vitamina C del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.

4.5. DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES.

Se determinó el contenido de polifenoles para cada uno de los tratamientos, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 14. *Contenido de Polifenoles Totales del néctar en sus diferentes tratamientos.*

TRATAMIENTOS	POLIFENOLES TOTALES. (mg EAG/100g)
1	55.512 ± 0.188
2	65.623± 0.175
3	75.738 ± 0.608
4	60.106 ± 0.379
5	75.297 ± 0.391
6	63.7512 ± 0.051
7	65.722 ± 0.741
8	64.237 ± 0.159
9	63.229 ± 0.897
10	68.404 ± 0.367
11	59.903 ± 0.757
12	67.603 ± 0.249

La Tabla 14 se presenta los valores obtenidos del análisis de polifenoles totales para los 12 tratamientos del néctar de mashua, camu camu y arándano. Se observa que las concentraciones más altas se encontraron en los tratamientos T3 y T5, con valores cercanos de 75.738 ± 0.608 mg EAG/100g y 75.297 ± 0.391 mg EAG/100g, respectivamente. En contraste, los tratamientos T1 y T11 mostraron las concentraciones más bajas de polifenoles, con 55.512 mg EAG/100g ± 0.188 y 59.903 ± 0.757 mg EAG/100g, respectivamente, en contraste con los otros tratamientos.

En un estudio realizado por Ticsihua y Orejon (2022, p. 389) sobre una bebida funcional de tuna blanca y aguaymanto, se reportó un valor significativamente más alto de polifenoles totales, alcanzando 254.15 mg EAG/100g. Esta diferencia puede atribuirse a las distintas materias primas utilizadas en ambos estudios.

Tabla 15. *Análisis de varianza para la respuesta de Polifenoles Totales del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.*

Fuente	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Valor - F	Valor - P
Modelo	153.93	6	25.66	0.5584	0.7511
Mezcla Lineal	13.30	2	6.65	0.1447	0.8688
A B	0.8993	1	0.8993	0.0196	0.8942
A C	0.1038	1	0.1038	0.0023	0.9639
B C	1.43	1	1.43	0.0311	0.8670
A B C	11.78	1	11.78	0.2565	0.6341
Residual	229.72	5	45.94		
Falta de Ajuste	84.57	2	42.28	0.8740	0.5023
Error Puro	145.15	3	48.38		
Total	383.65	11			

A = Mashua, B = Camu Camu, C= Arándano. *Valores con significancia del 5% ($p > 0.05$)

En la Tabla 15 se presenta el análisis de varianza realizado sobre la variable respuesta de polifenoles totales en el néctar elaborado con mashua, camu camu y arándano. Este análisis se realizó mediante un diseño de mezclas d-optimal de 3 componentes en un modelo cúbico, con el objeto de analizar la interacción de los componentes de la mezcla A (% Mashua), B (% Camu Camu) y C (% Arándano), y su efecto en la concentración de polifenoles totales del producto final.

El coeficiente de determinación R^2 obtenido fue óptimo, lo que indica que el modelo explica adecuadamente la variabilidad observada en la concentración de polifenoles. A partir de este análisis de varianza, se derivó una ecuación (ECUACIÓN 2) que relaciona de manera precisa los efectos de los componentes A, B y C en los niveles de polifenoles totales.

ECUACIÓN 1:

$$\text{Polifenoles} = 60.51 * A + 63.71 * B + 55.39 * C + 20.27 * AB - 10.62 * AC + 17.66 * BC + 161.62 * ABC$$

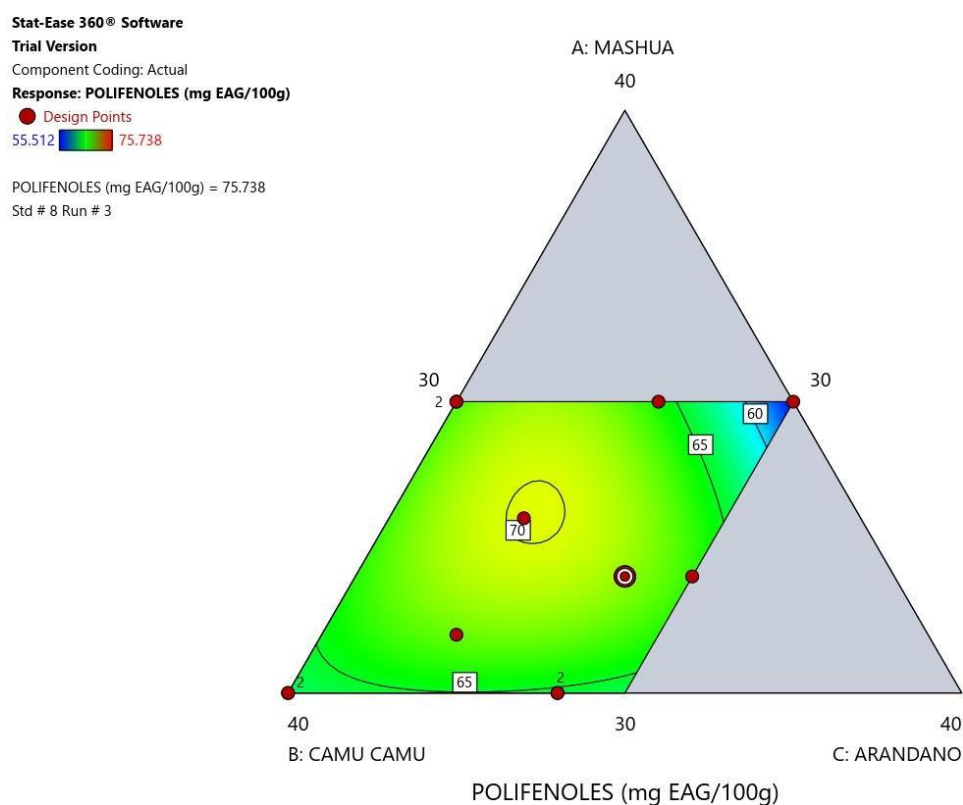


Figura 21. Gráfico de Contorno para la variable respuesta de Polifenoles Totales del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.

La Figura 21 nos muestra un gráfico de contorno que ilustra cómo varía la concentración de vitamina C en el néctar hidratado en función de las concentraciones de A (% Mashua), B (% Camu Camu) y C (% Arándano). Se

observa que la concentración más alta de polifenoles se alcanza cuando la participación de los tres componentes A, B y C son en concentraciones relativamente similares, como se observa en el tratamiento T3 (32% de A; 34% de B y 34% de C).

Para una representación más clara y detallada de esta afirmación, se utiliza un gráfico de dos componentes, como se muestra en la Figura 20

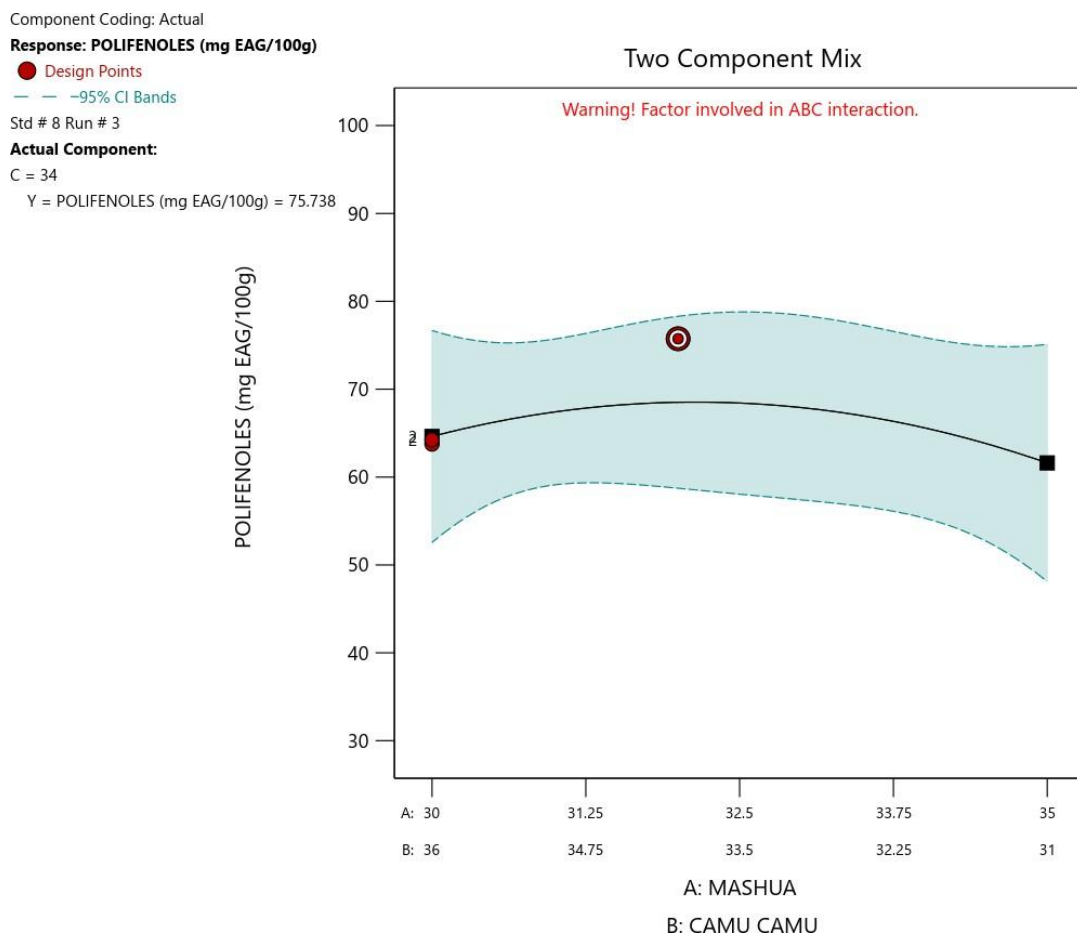


Figura 22. Gráfico de 2 componentes para la variable respuesta Polifenoles totales del Néctar de Mashua, Camu camu y Arándano.

El gráfico confirma que los tres componentes A (% Mashua), B (% Camu Camu) y C (% Arándano) ejercen una influencia equitativa en la maximización de los polifenoles en el néctar. Se observa que cuando A (% Mashua), B (% Camu Camu) y C (% Arándano) alcanzan concentraciones del 32%, 34% y 34%,

respectivamente, se obtiene el valor más alto de polifenoles, que alcanza los 75.338 mg EAG/100g, como se muestra claramente en la gráfica. Esto se debe a que las materias primas utilizadas, tanto la mashua, el camu camu y el arándano, son ricas en polifenoles totales. Por lo tanto, las propiedades químicas, fitoquímicas y funcionales de estas materias primas tienen un impacto significativo en las propiedades del producto final, ya sea una bebida u otro producto elaborado (Quezada & Yenque, 2019, p. 79).

La mejor representación visual de la interacción entre los componentes A, B y C y su influencia en la concentración de polifenoles totales en el néctar se observa en el gráfico de superficie 3D. Este tipo de gráfico permitió visualizar claramente cómo varía la concentración de polifenoles en relación con la composición de los 12 tratamientos evaluados.

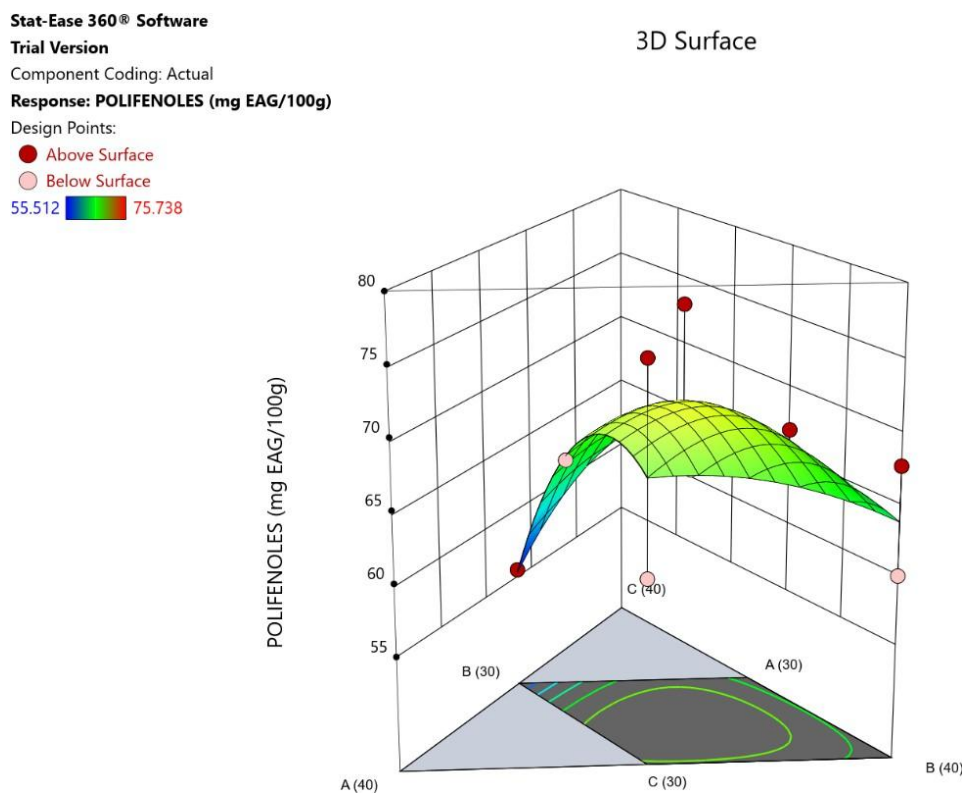


Figura 23. Gráfico de superficie 3D para la variable respuesta de Polifenoles Totales del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.

4.6. DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.

Se determinó la actividad antioxidante para cada uno de los tratamientos, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 16. *Contenido de Actividad Antioxidante en el néctar en sus diferentes tratamientos.*

TRATAMIENTOS	ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE ($\mu\text{mol TE}/100\text{g}$)
1	77.770 ± 0.631
2	185.532 ± 0.108
3	242.659 ± 0.232
4	253.046 ± 0.021
5	342.632 ± 0.334
6	243.958 ± 0.122
7	227.079 ± 0.954
8	232.273 ± 0.023
9	195.836 ± 0.301
10	31.291 ± 0.281
11	50.505 ± 0.101
12	80.367 ± 0.073

La tabla 16 nos muestra los valores obtenidos de la actividad antioxidante para cada uno de los tratamientos del néctar hidratado. Se observa que el tratamiento T5 exhibe la concentración más alta de antioxidantes, registrando $342.632 \pm 0.334 \mu\text{mol TE}/100\text{g}$. Los tratamientos T4 y T6 también muestran niveles significativos de antioxidantes, con valores cercanos de $253.046 \pm 0.021 \mu\text{mol TE}/100\text{g}$ y $243.958 \pm 0.122 \mu\text{mol TE}/100\text{g}$, respectivamente.

Por otro lado, se encontró que los tratamientos con menor concentración de antioxidantes fueron el T10, T11, T1 y T12, con valores de $31.291 \pm 0.281 \mu\text{mol TE}/100\text{g}$

TE/100g, 50.505 ± 0.101 umol TE/100g, 77.770 ± 0.631 umol TE/100g y 80.367 ± 0.073 umol TE/100g, respectivamente. Estos valores son significativamente inferiores en comparación con los otros 11 tratamientos evaluados.

Estos resultados destacan la variabilidad en la actividad antioxidante entre los diferentes tratamientos del néctar hidratado, resaltando la importancia de la participación de cada materia prima en la modulación de este importante atributo nutricional.

Por lo cual se hizo un análisis estadístico (ANOVA), para ver la interacción de los componentes y su influencia sobre la variable respuesta en el diseño de mezclas d optimal.

Tabla 17. Análisis de varianza para la respuesta de Actividad Antioxidante del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.

Fuentes	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Valor - F	Valor - P
Modelo	83931.59	6	13988.60	3.44	0.0984
Mz. Lineal	13620.61	2	6810.30	1.67	0.2779
A B	2493.03	1	2493.03	0.6122	0.4694
A C	13237.45	1	13237.45	3.25	0.1313
B C	2971.93	1	2971.93	0.7298	0.4320
A B C	4266.35	1	4266.35	1.05	0.3530
Residuo	20360.65	5	4072.13		
Ajuste	15833.69	2	7916.84	5.25	0.1048
Error P.	4526.96	3	1508.99		
Total	1.043E+05	11			

A = Mashua, B = Camu Camu, C= Arándano. *Valores con significancia del 5% ($p > 0.05$)

En la tabla 17 se presenta el análisis de varianza realizado sobre la variable respuesta actividad antioxidante del néctar hidratado elaborado con mashua, camu camu y arándano. Este análisis se realizó mediante un diseño de mezclas d-optimal de 3 componentes en un modelo cúbico, con el objeto de analizar la interacción de los componentes de la mezcla A (% Mashua), B (% Camu Camu) y C (% Arándano) y su impacto en la actividad antioxidante del producto final.

El coeficiente de determinación R^2 obtenido fue superior al 80%, lo que indica que el modelo explica adecuadamente la variabilidad observada en la actividad antioxidante. A partir de este análisis de varianza, se derivó una ecuación (ECUACIÓN 3), que relaciona de manera precisa los componentes A, B y C con sus efectos en los niveles de actividad antioxidante.

ECUACIÓN 3:

$$\begin{aligned} \text{Actividad Antioxidante} = & 1078.35 * A + 57.17 * B + 955.07 * C - 1067.14 * AB \\ & - 3790.54 * AC - 805.77 * BC + 3075.15 * ABC \end{aligned}$$

Este enfoque permite entender cómo la combinación específica de mashua, camu camu y arándano influye en las propiedades antioxidantes del néctar, proporcionando información valiosa para optimizar la formulación y maximizar el contenido antioxidante del producto final.

Stat-Ease 360® Software
 Trial Version
 Component Coding: Actual
 Response: ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE (umol TE/100g)
 ● Design Points
 31.291 342.632
 ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE (umol TE/100g) = 342.632
 Std # 6 Run # 5

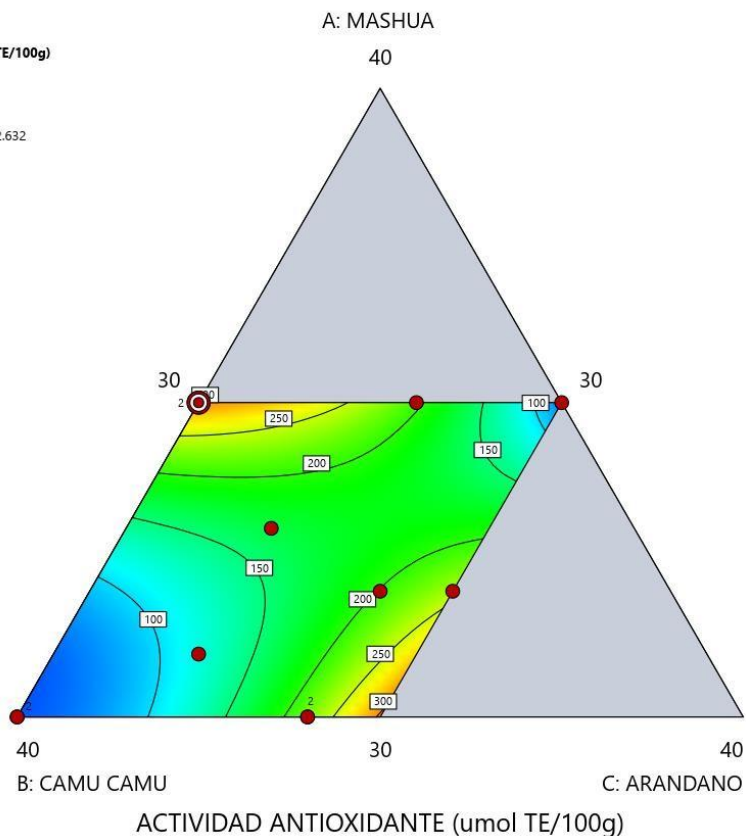


Figura 24. Gráfico de Contorno para la variable respuesta de Actividad Antioxidante del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.

En la figura 24 se presenta un gráfico de contorno que muestra cómo varía la actividad antioxidante en el néctar hidratado según las concentraciones de A (% Mashua), B (% Camu Camu) y C (% Arándano). Se observa que los valores más altos de actividad antioxidante se alcanzan cuando las concentraciones de B y C son altas, como en los tratamientos T5 (35% de A; 35% de B y 30% de C) y T6 (30% de A, 36% de B y 34% de C). Estos tratamientos mostraron concentraciones de antioxidantes de 342.632 ± 0.334 umol TE/100g y 243.958 ± 0.122 umol TE/100g, respectivamente. Para una mejor visualización de esta relación, se utiliza el gráfico de dos componentes en la figura 24.

Stat-Ease 360® Software
 Trial Version
 Component Coding: Actual
 Response: ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE (umol TE/100g)
 ● Design Points
 — 95% CI Bands
 Actual Component:
 A = 30
 Y = ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE (umol TE/100g) = 304.67...
 CI = (138.029, 471.322)

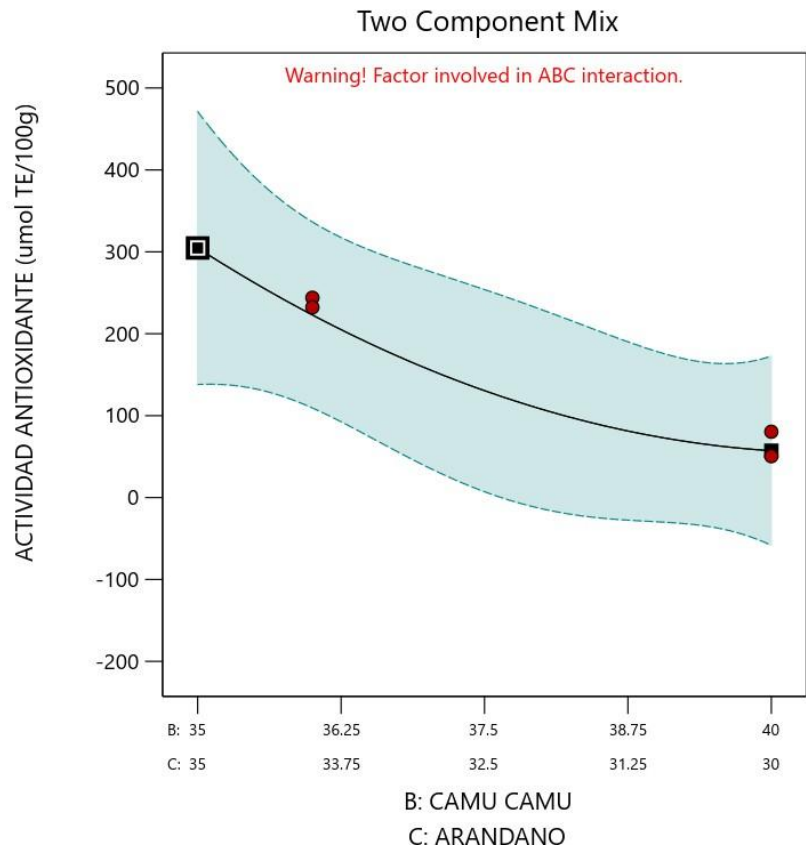


Figura 25. Gráfico de 2 componentes de la variable respuesta Actividad antioxidante del Néctar de Mashua Camu Camu y Arándano.

En este gráfico se confirma que los componentes B (% Camu Camu) y C (% Arándano) son los que tienen mayor influencia en la maximización de la actividad antioxidante en el néctar. Se observa que cuando el componente A (% Mashua) está en su concentración mínima del 30% y los componentes B y C están en concentraciones altas del 35%, la actividad antioxidante alcanza los 304.67 umol TE/100g, como se muestra claramente en la gráfica.

Esto se debe a que frutas como el camu camu son conocidas por tener altos niveles de antioxidantes, incluyendo diversos polifenoles como flavonoles, antocianinas, ácido elágico, elaginataninos y taninos condensados, además de la

vitamina C, que actúa como un poderoso antioxidante (Araújo et al., 2022, como se citó en Escudero et. al, 2023, p. 139).

Así mismo el arándano es notable por sus propiedades antioxidantes, atribuidas a su elevado contenido de polifenoles y antocianinas, como se menciona en la investigación de Parr y Bolwell (2000, citado en Villanueva et al., 2023, p. 49).

La figura 25 presenta un gráfico de superficie 3D que ilustra claramente cómo interactúan los antioxidantes en el néctar, mostrando la influencia de los tres componentes (% Mashua, % Camu Camu y % Arándano), en los 12 tratamientos analizados.

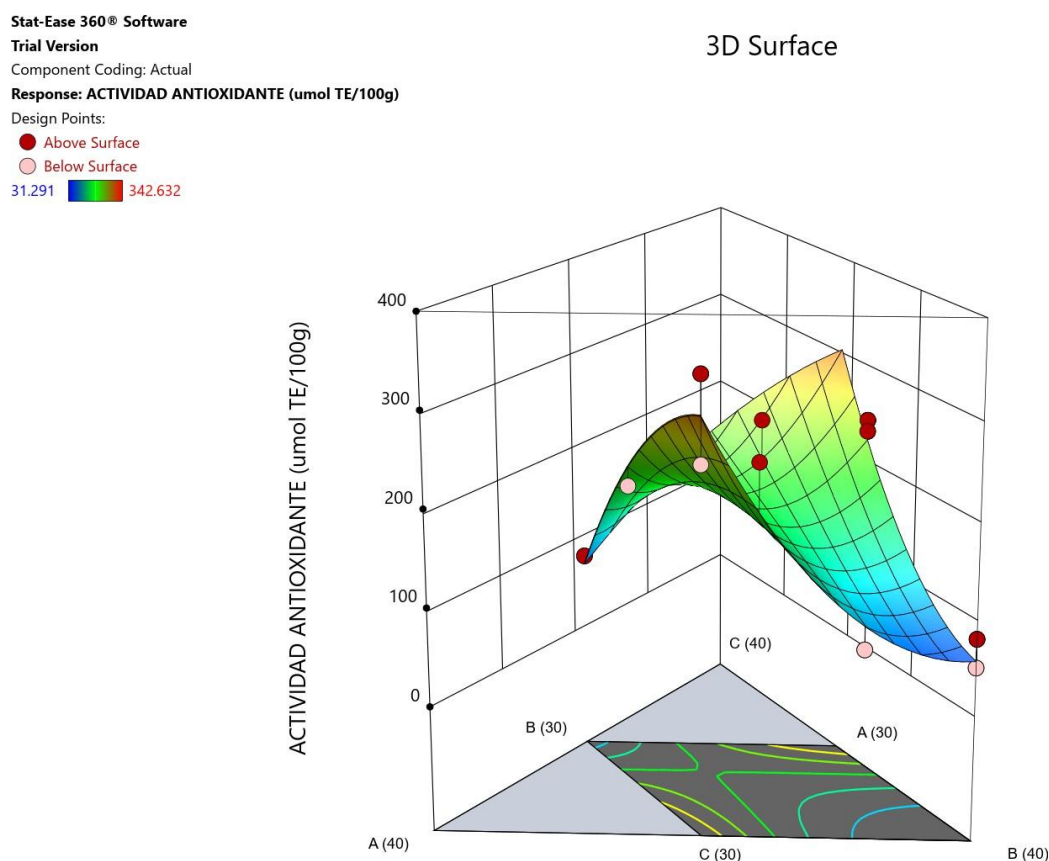


Figura 26. Gráfico de superficie 3D para la variable respuesta de Actividad Antioxidante del Néctar de mashua, Camu Camu y Arándano.

4.7. OPTIMIZACIÓN DE LAS VARIABLES DE VITAMINA C, POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.

Para determinar el tratamiento óptimo del néctar de mashua, camu camu y arándano con el objetivo de maximizar el contenido de vitamina C, polifenoles y actividad antioxidante, se utilizó el programa estadístico Design Expert versión 11 con la función de optimización de respuestas. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 18. Soluciones para la optimización de Vitamina C, Polifenoles Totales y Actividad Antioxidante en el Néctar de Mashua, Camu Camu y Arándano.

N°	Mashua (%)	Camu Camu (%)	Arándano (%)	Vitamina C	Polifenoles Totales	Actividad Antioxidante	Deseabilidad
1	30.24	34.76	35.00	107.122	64.717	298.621	0.781
2	31.67	33.33	35.00	105.511	66.691	252.277	0.703

En la Tabla 18 se presentan dos soluciones obtenidas mediante el software, con el objetivo de optimizar el tratamiento con el mayor contenido de compuestos bioactivos, entre 100 posibles soluciones evaluadas, se determinó que la solución número 1 es la más recomendable, ya que ofrece una mejor optimización en compuestos bioactivos con una deseabilidad de 0.781. Esta solución propone una formulación que consiste en 30.24% de Mashua, 34.76% de Camu Camu y 35% de Arándano. Esta combinación específica resulta en un alto contenido de vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante, superando significativamente a los demás tratamientos, los cuales muestran variaciones en función de su formulación.

Component Coding: Actual

All Responses

● Design Points
0.000 1.000

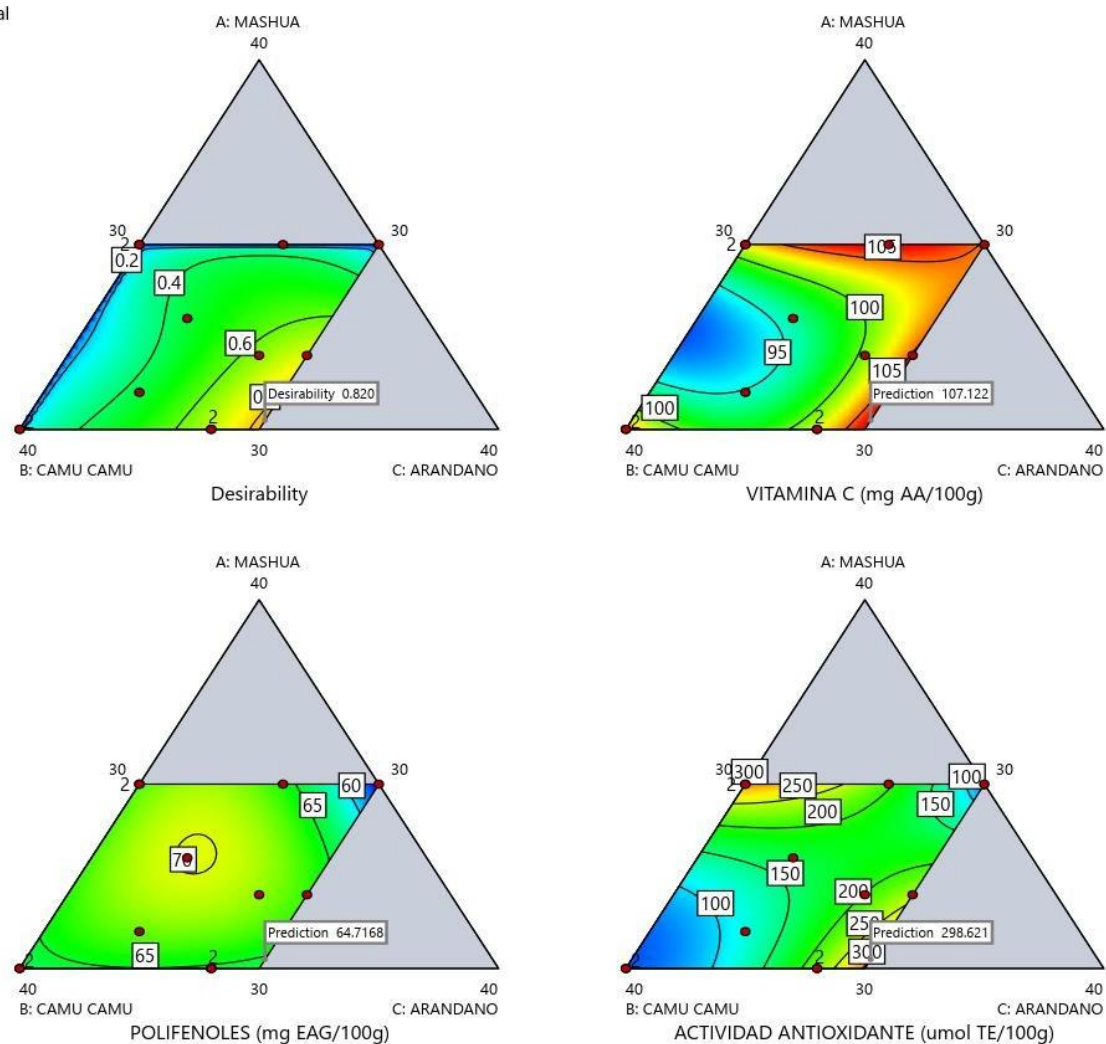


Figura 27. Gráfico de Optimización de las variables Vitamina C, Polifenoles Totales y Actividad Antioxidante del Néctar de Mashua, Camu Camu y Arándano.

En la Figura 27 se presentan gráficos de contorno que muestran la mayor deseabilidad para obtener el tratamiento con el mayor contenido de vitamina C, polifenoles y antioxidantes en el néctar de mashua, camu camu y arándano, alcanzando una deseabilidad de 0.781, lo cual es un valor aceptable. Según el gráfico, la formulación óptima de 30.24% de Mashua, 34.76% de Camu Camu y 35% de Arándano optimiza el contenido de vitamina C a 107.122 mg AA/100g, los polifenoles totales a 64.717 mg EAG/100g, y la actividad antioxidante a 298.621 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$.

4.8. ANALISIS DE COMPUESTOS BIOACTIVOS EN EL NÉCTAR LIOFILIZADO.

Utilizando la herramienta de optimización del Design Expert v.11, se identificó el tratamiento óptimo TO, compuesto por 30.24% de Mashua, 34.76% de Camu Camu y 35% de Arándano. Este tratamiento fue deshidratado mediante liofilización para maximizar los compuestos bioactivos como vitamina C, polifenoles y actividad antioxidante. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 19. *Compuestos bioactivos en el Néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.*

COMPUESTOS	TRATAMIENTO ÓPTIMO
Vitamina C (mg AA/100g)	1 423.611 ± 5.119
Polifenoles Totales (mg EAG/100g)	643.354 ± 5.604
Actividad Antioxidante (μmol TE/100g)	5 353.788 ± 3.549

Según lo observado en la tabla 19, se presentan los valores de compuestos bioactivos analizados después de la liofilización del tratamiento óptimo (TO) del néctar de mashua, camu camu y arándano. Para el caso de la vitamina C, se reportó una concentración de $1,423.611 \pm 5.119$ mg AA/100g, valor notablemente superior en comparación con lo reportado por Quezada y Yenque (2018, p. 64) en su estudio sobre el análisis de vitamina C y antioxidantes en un comprimido liofilizado de camu camu y arándano, donde reportaron valores de entre 169.86 ± 0.05 mg AA/100 g y 210.15 ± 0.06 mg AA/100 g, para sus tratamientos con menor y mayor contenido de vitamina C, respectivamente.

En cuanto a los polifenoles totales, el TO liofilizado presentó una concentración de 643.354 ± 5.604 mg EAG/100g. En contraste, Toobpeng et al. (2017, p. 158), en su estudio sobre el análisis de antioxidantes en jugos de frutas (*S. oleosa*, *C. carandas* y *S. koetjape*) liofilizados, reportaron valores para polifenoles totales en un rango de 100.30 ± 0.52 mg EAG/100 g a $1,003.53 \pm 1.96$ mg EAG/100 g en muestras liofilizadas, variando según el tipo de fruta analizada. Así mismo Del Ángel (2020, p. 68), en su estudio sobre propiedades funcionales en jugo de arándano azul a diferentes tiempos y temperaturas de pasteurización obtuvo valores para polifenoles totales desde 169.676 ± 61.150 mg EAG/100g hasta 265.000 ± 20.232 mg EAG/100g

Finalmente, la actividad antioxidante del TO liofilizado fue de $5,353.788 \pm 3.549$ $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$, valor notablemente alto en comparación con lo reportado por Valencia et al. (2024), que fue de 283.93 ± 29.81 y 364.16 ± 9.93 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$ en zumo de maqui liofilizado con azúcar y miel, respectivamente. Sin embargo, Quezada y Yenque (2018, p. 72) reportaron valores de actividad antioxidante en un comprimido de camu camu y arándano, con concentraciones de $128,016.19$ $\mu\text{mol TE}/100$ g a $164,387.07$ $\mu\text{mol TE}/100$ g, los cuales son mucho más altos que los valores reportados en este estudio, lo cual se debe a las diferencias en las características y formulaciones entre un comprimido y un néctar. Así mismo Valencia et al. (2024, p. 145) en su estudio sobre actividad antioxidante en zumo de maqui liofilizado reportó valores de 283.93 ± 29.81 $\mu\text{mol TE}/100$ g y 364.16 ± 9.93 $\mu\text{mol TE}/100$ g, para el zumo de maqui endulzado con azúcar y miel respectivamente.

Por otro lado, como se observa, después de la liofilización del TO, los compuestos bioactivos, incluyendo vitamina C, polifenoles y actividad antioxidante, se

incrementaron hasta cinco veces más. Esto se debe de acuerdo con Silva et al. (2016, como se cita en Liović et al. 2020), según varios autores consideran que la liofilización permite una mayor extracción de compuestos funcionales, gracias a la síntesis de las estructuras químicas internas durante el proceso de deshidratación.

Lo expuesto anteriormente se confirma no solo con los resultados obtenidos en esta investigación, sino también en otros estudios como en el de Basilio y Dávila (2022, pp. 17–18), dónde en su estudio sobre la variación de vitamina C y antioxidantes en frutos de camu camu liofilizados, se observó que los resultados para vitamina C en el fruto fresco fue de 1256.26 ± 6.43 mg AA/100g mientras que para el liofilizado fue de 11557.62 ± 59.15 43 mg AA/100g, interpretándose que después del proceso de liofilización su concentración de vitamina C aumentó en casi 10 veces más en comparación a su estado fresco, así mismo para el caso de polifenoles totales y actividad antioxidante en la pulpa de camu camu en estado liofilizado presentaron una concentración casi 10 veces mayor al obtenido en su estado fresco. Así mismo Quezada y Yenque (2019, pp. 64-72) en su estudio sobre actividad antioxidante en un comprimido de camu camu y arándano, reportaron en todos sus tratamientos liofilizados para sus variables respuestas: vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante, concentraciones de 10 veces más en comparación a los obtenidos principalmente en sus materias primas, considerando que es solo un comprimido y que no se le añadió ningún insumo.

4.9. REHIDRATACIÓN DEL NÉCTAR LIOFILIZADO.

Una vez determinado el tratamiento óptimo y realizado el proceso de liofilización, se procedió a la rehidratación del néctar con la finalidad de evaluar su rendimiento y comportamiento durante este proceso. La rehidratación permitió analizar la capacidad del néctar liofilizado de recuperar sus características para el consumo final, así como compararlo con productos similares actualmente disponibles en el mercado.

La evaluación del proceso de rehidratación se llevó a cabo mediante la dosificación de cantidades determinadas en gramos del néctar liofilizado, las cuales fueron colocadas en vasos precipitados con una capacidad de 250, 500 y 1 000 ml (ver ANEXO 5). En dichos envases se realizó la reconstitución del producto mediante la adición controlada de agua, permitiendo así efectuar las pruebas necesarias para analizar el comportamiento del néctar durante la rehidratación y verificar su rendimiento para el consumo final, obteniendo la siguiente tabla.

Tabla 20. *Rendimiento del Néctar liofilizado para el consumo final.*

RENDIMIENTO			
Capacidad	250 ml	500 ml	1000 ml
Cant (g)	3g	5 g	10 g

En la Tabla 20 se observa que 10 g del néctar liofilizado funcional permiten obtener 1 L de néctar rehidratado. En comparación, los productos similares disponibles en el mercado suelen presentarse en formatos de 15 a 20 g, los cuales rinden entre 2 y 3 L de jugo reconstituido. Estos resultados indican que el néctar liofilizado desarrollado presenta un rendimiento competitivo frente a los productos comerciales. Asimismo, desde el punto de vista de sus propiedades funcionales, el producto destaca por su mayor valor nutricional y beneficios potenciales para la salud, lo que le otorga una ventaja diferenciadora dentro del mercado.

4.10. ANALISIS SENSORIAL DEL NÉCTAR LIOFILIZADO.

Después de obtener el tratamiento óptimo para el néctar liofilizado, se realizó una prueba sensorial para evaluar su aceptabilidad mediante diferentes atributos como color, olor, textura y sabor. Esta evaluación se llevó a cabo utilizando una escala hedónica de 5 puntos que incluye las siguientes opciones: Me disgusta mucho, Me disgusta moderadamente, No me gusta ni me disgusta, Me gusta moderadamente, y Me gusta mucho (ver ANEXO 6). Este análisis nos permitirá determinar la aceptabilidad del néctar elaborado, considerando sus propiedades bioactivas optimizadas.

Tabla 21. Escala hedónica de 5 puntos para el análisis sensorial del Néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.

PUNTUACIÓN	VALORES
1	“Me disgusta mucho”
2	“Me disgusta moderadamente”
3	“No me gusta ni me disgusta”
4	“Me gusta moderadamente”
5	“Me gusta mucho”

4.2.4. Color.

Se muestran las calificaciones otorgadas por los 30 jueces capacitados, quienes son estudiantes de la Universidad Nacional del Santa, donde se evaluó el atributo “color”.

Tabla 22. Puntuación de los jueces del atributo COLOR del néctar liofilizado de Mashua, Camu camu y Arándano.

PUNTUACIONES "ATRIBUTO COLOR"						
TRATAMIENTO	1	2	3	4	5	TOTAL
Óptimo	0	0	4	12	14	30

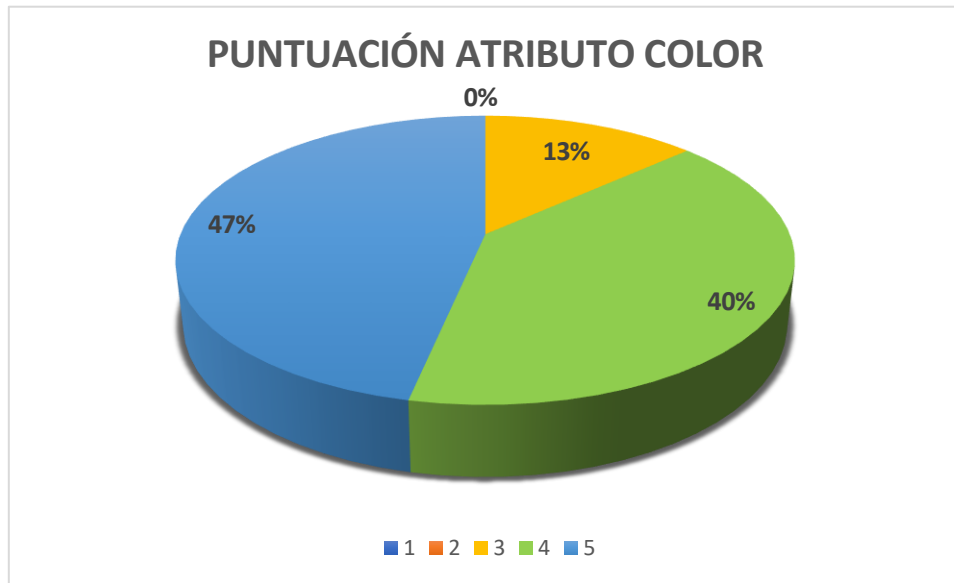


Figura 28. Puntuación porcentual de los jueces para el atributo *COLOR* del Néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.

Según se muestra en la tabla 21 y la figura 28, se presentan las puntuaciones otorgadas por los 30 jueces para el atributo “color” del tratamiento óptimo del néctar liofilizado. Se observó que el 47% de los panelistas dieron la calificación máxima de 5 (Me gusta mucho) para este atributo, mientras que el 40% expresó una moderada aprobación con una calificación de 4 (Me gusta moderadamente). Por otro lado, un mínimo del 13% de los jueces otorgaron una puntuación de 3 (‘No me gusta ni me disgusta’). Además, no se registraron puntuaciones de 1 (Me disgusta mucho) ni de 2 (Me disgusta moderadamente) por parte de los jueces. Estos resultados destacan una alta aprobación del néctar liofilizado en cuanto al atributo “color”.

4.2.5. Olor.

Se muestran las calificaciones otorgadas por los 30 jueces capacitados, quienes son estudiantes de la Universidad Nacional del Santa, donde se evaluó el atributo “olor”.

Tabla 23. Puntuación de los jueces del atributo OLOR del néctar liofilizado de Mashua, Camu camu y Arándano.

PUNTUACIONES "ATRIBUTO OLOR"						
TRATAMIENTO	1	2	3	4	5	TOTAL
Óptimo	0	0	10	11	9	30

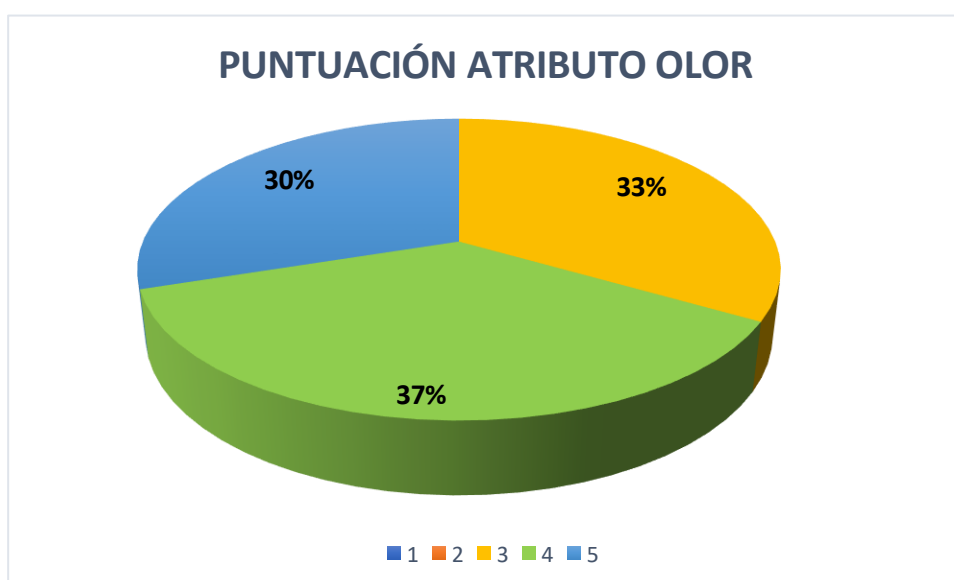


Figura 29. Puntuación porcentual de los jueces para el atributo OLOR del Néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.

Según se muestra en los gráficos anteriores, se presentan las puntuaciones otorgadas por los 30 jueces para el atributo “olor” del tratamiento óptimo del néctar liofilizado. Se observó que el 30% de los panelistas dieron la calificación máxima de 5 (Me gusta mucho) para este atributo, mientras que el 37% expresó una moderada aprobación con una calificación de 4 (Me gusta moderadamente). Por otro lado, el 33% de los jueces otorgaron una

puntuación de 3 ('No me gusta ni me disgusta). Además, no se registraron puntuaciones de 1 (Me disgusta mucho) ni de 2 (Me disgusta moderadamente) por parte de los jueces. Estos resultados destacan una buena aprobación del néctar liofilizado en cuanto al atributo “olor”.

4.2.6. Textura.

Se muestran las calificaciones otorgadas por los 30 jueces capacitados, quienes son estudiantes de la Universidad Nacional del Santa, donde se evaluó el atributo “textura”.

Tabla 24. Puntuación de los jueces del atributo TEXTURA del néctar liofilizado de Mashua, Camu camu y Arándano.

PUNTUACIONES "ATRIBUTO TEXTURA"						
TRATAMIENTO	1	2	3	4	5	TOTAL
Óptimo	0	0	1	15	14	30

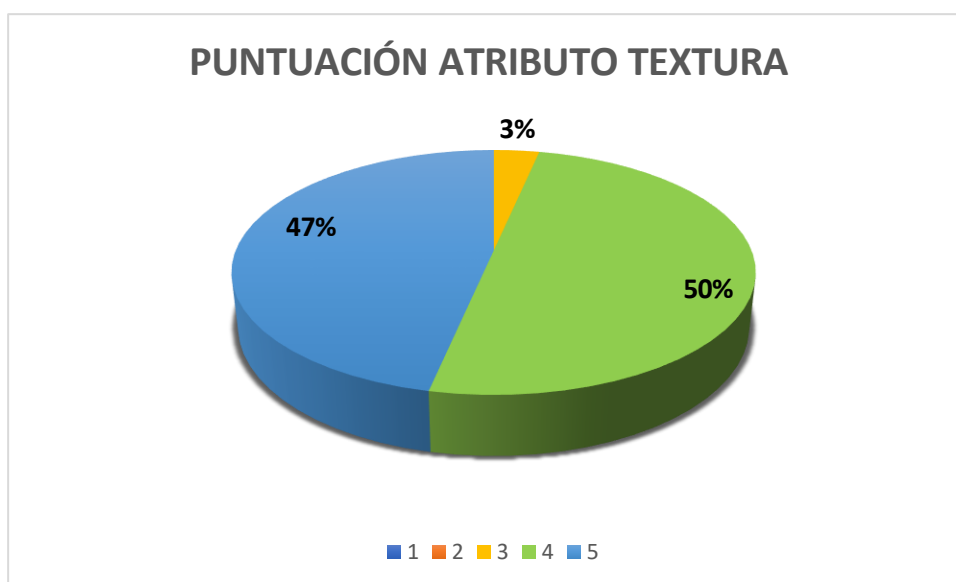


Figura 30. Puntuación porcentual de los jueces para el atributo TEXTURA del Néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.

Según se muestra en el gráfico, se presentan las puntuaciones otorgadas por los 30 jueces para el atributo “textura” del tratamiento óptimo del néctar liofilizado. Se observó que el 47% de los panelistas dieron la calificación máxima de 5 (Me gusta mucho) para este atributo, mientras que el 50% expresó una moderada aprobación con una calificación de 4 (Me gusta moderadamente). Por otro lado, el 3% de los jueces otorgaron una puntuación de 3 (No me gusta ni me disgusta). No se registraron puntuaciones de 1 (Me disgusta mucho) ni de 2 (Me disgusta moderadamente). Estos resultados destacan una alta aprobación del néctar liofilizado en cuanto al atributo “textura”.

4.2.7. Sabor.

Se muestran las calificaciones otorgadas por los 30 jueces capacitados, quienes son estudiantes de la Universidad Nacional del Santa, donde se evaluó el atributo “sabor”.

Tabla 25. Puntuación de los jueces del atributo SABOR del néctar liofilizado de Mashua, Camu camu y Arándano.

PUNTUACIONES "ATRIBUTO SABOR"						
TRATAMIENTO	1	2	3	4	5	TOTAL
Óptimo	0	0	0	10	20	30



Figura 31. Puntuación porcentual de los jueces para el atributo *SABOR* del Néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.

Según se muestra en el gráfico, se presentan las puntuaciones otorgadas por los 30 jueces para el atributo “sabor” del tratamiento óptimo del néctar liofilizado. Se observó que en su mayoría el 67% de los panelistas dieron la calificación máxima de 5 (Me gusta mucho) para este atributo, mientras que el 33% expresó una moderada aprobación con una calificación de 4 (Me gusta moderadamente). Por otro lado, el 0% de los jueces otorgaron una puntuación de 3 (No me gusta ni me disgusta). Así mismo no se registraron puntuaciones de 1 (Me disgusta mucho) ni de 2 (Me disgusta moderadamente). Estos resultados destacan una alta aprobación del néctar liofilizado en cuanto al atributo “sabor”.

4.2.8. Aceptación General del Néctar liofilizado.

Para determinar la aceptación general del néctar liofilizado de mashua camu camu y arándano, se presentan la valoración media de los puntos según la escala hedónica obtenidos de los 30 panelistas que realizaron la prueba sensorial.

Tabla 26. *Aceptación General del néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.*

ATRIBUTO	Nº PANELISTAS	PUNTUACIÓN TOTAL	PROMEDIO	VARIACIÓN
Color	30	130	4.33	0.506
Olor	30	119	3.97	0.654
Textura	30	133	4.43	0.323
Sabor	30	140	4.67	0.230

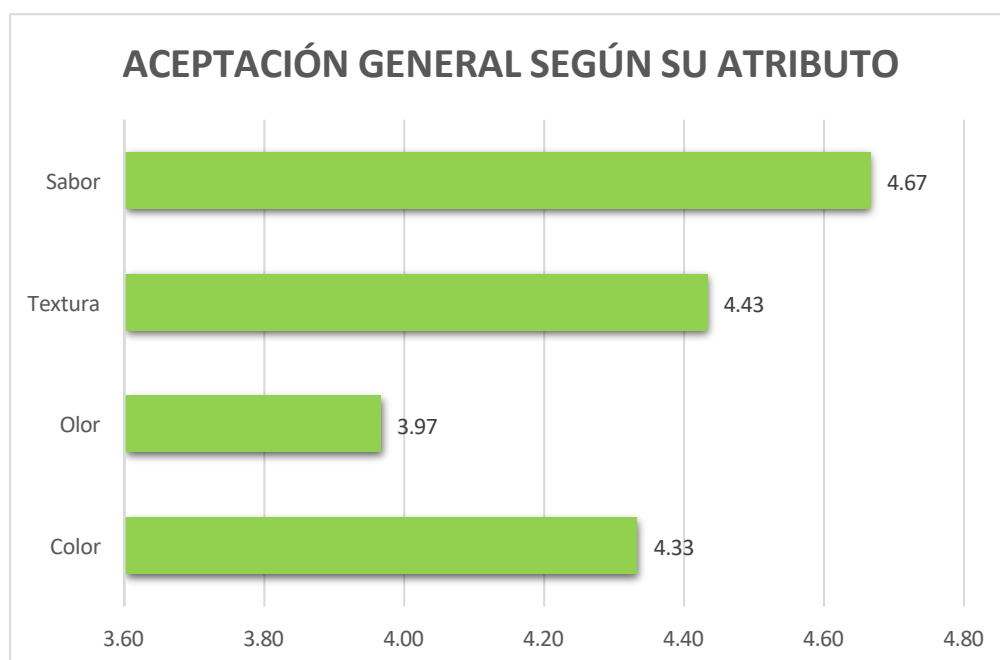


Figura 32. *Aceptación General del Néctar liofilizado de Mashua, Camu Camu y Arándano.*

En el gráfico de la figura 32 se muestran los promedios obtenidos según cada atributo y la aceptación general del néctar liofilizado evaluado por 30 panelistas capacitados. Respecto al atributo color, se obtuvo un promedio de 4.33, ubicándose entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho” en la escala hedónica. Esto indica un alto grado de aceptación del néctar liofilizado en términos de color.

En cuanto al atributo olor, se registró un puntaje promedio de 3.97, que se sitúa entre “No me gusta ni me disgusta” y “Me gusta moderadamente”. Aunque no destacó por un olor fuerte o definido, muestra un grado de aceptación considerablemente positivo para el néctar liofilizado en este aspecto.

El atributo textura recibió un puntaje promedio de 4.43, dentro del rango de “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”. Esto refleja una alta aceptación de la textura normal para un néctar liofilizado, similar a un jugo en polvo comercial.

Finalmente, el atributo sabor obtuvo un promedio casi perfecto de 4.67, posicionándose en la categoría superior de “me gusta moderadamente” tendiendo más a “me gusta mucho”. Esto indica que el sabor del néctar liofilizado fue muy agradable y obtuvo un alto grado de aceptación.

En resumen, el tratamiento óptimo del néctar liofilizado mostró un alto grado de aceptación en todos sus atributos, con puntajes que se ubicaron en las categorías más altas y óptimas de la escala hedónica."

V. CONCLUSIONES.

1. Se determinó las características fisicoquímicas de la mashua, la cual presento humedad (84.44%), pH (6.31), °Brix (8.73), acidez titulable (1.66%), para el camu camu presentó humedad (92.10%), pH (2.45), °Brix (4.2), acidez titulable (2.42%), y por último para el arándano presento humedad (91.33%), pH (3.4), °Brix (13.07), acidez titulable (0.97%).
2. Se analizó la concentración de compuestos bioactivos en las materias primas, obteniendo para la mashua 62.86 ± 0.35 mg AA/100g de vitamina C, 11.21 ± 0.73 mg EAG/100g de polifenoles totales y 24.39 ± 0.23 umol TE/100g en antioxidantes, en cuanto al camu camu se obtuvo 2155.72 ± 1.36 mg AA/100g, 646.19 ± 0.64 mg EAG/100g y 1755.037 ± 1.01 umol TE/100g, por último el arándano presentó 28.08 ± 0.18 mg AA/100g, 737.96 ± 0.49 mg EAG/100g y 2077.55 ± 0.97 C.
3. Se determinó la caracterización del Néctar hidratado Según los Tratamientos designados por el Diseño de Mezclas, Obteniéndose el Ph en un rango de (3.21 a 4.02 pH), para los °Brix en un rango de (15.09 a 17.80 °brix) y por último la acidez titulable que se reportó en un rango de (1.52 a 1.66 %).
4. Se analizó los compuestos bioactivos del néctar hidratado en sus 12 tratamientos, obteniendo para la vitamina C un rango de (90.370 a 106.615 mg AA/100g), para polifenoles (55.512 a 75.738 mg EAG/100g) y antioxidantes varió entre (31.291 a 342.632 mg EAG/100g), y con esto mediante el programa desing expert se otuvo el tratamiento óptimo TO (30.24% de Mashua, 34.76% de Camu Camu y 35% de Arándano).

5. El TO del néctar a base de mashua, camu camu y arándano se deshidrató mediante el proceso de liofilización y se obtuvo la optimización de sus compuestos bioactivos, para vitamina C ($1\ 423.611 \pm 5.119$ mg AA/100g), para polifenoles (643.354 ± 5.604 mg EAG/100g), y antioxidantes ($5\ 353.788 \pm 3.549$).
6. La elaboración del Tratamiento óptimo (TO) y el proceso de liofilización al que se sometió, nos permitió maximizar el contenido de compuestos bioactivos, hasta 10 veces más en su contenido tanto de vitamina C, polifenoles y antioxidantes, además de contar con características sensoriales muy aceptables según la encuesta realizada.
7. Se demostró que el néctar liofilizado de mashua camu camu y arándano, posee propiedades funcionales muy activas debido a su alto contenido de vitamina C, polifenoles y antioxidantes, por lo que es un producto muy aceptable para incluir en la dieta de las personas ya que puede ayudar a prevenir enfermedades crónicas y mejorar el estilo de vida de las personas debido no solo a las propiedades y beneficios funcionales de estos compuestos bioactivos, sino también a la facilidad de manejar y preparar dado su compacidad del liofilizado.

VI. RECOMENDACIONES.

1. Realizar más estudios sobre los diversos compuestos bioactivos que puede presentar y aportar a un producto este tipo de materias primas.
2. Realizar más estudios de este tipo de productos utilizando metodologías mas novedosas para la determinación de compuestos bioactivos como el uso de las mitologías HPLC, que hoy en día se consideran más avanzadas y por lo cual más confiables.
3. Realizar más estudios sobre compuestos bioactivos en productos novedosos y nutricionales dónde se demuestre que se puede maximizar estos compuestos, buscando una mejor calidad de vida.
4. Estudiar sobre los beneficios más importantes de los compuestos bioactivos en como aumentar el valor nutricional, en productos mininamente procesados o como un suplemento alimenticio.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES.

- Alvarado, M. C., & Rurush, G. E. (2022). Análisis de la cinética de rehidratación usando el modelo de Peleg de las frutas y/o hortalizas secadas por diferentes métodos. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/31922>
- Anhe F. F.; Nachbar R. T.; Varin, T. V.; Trottier, J.; Dudonné, S.; Le Barz, M.; Feutry P.; Pilon G.; Barbier, O.; Desjardins, Y.; Roy D. y Marette, A. (2019). *Treatment with camu camu (Myrciaria dubia) prevents obesity by altering the gut microbiota and increasing energy expenditure in diet-induced obese mice.* Gut 2019; 68:453-464. <http://dx.doi.org/10.1136/gutjnl-2017-315565>
- Anticona, M. (2016). *Determinación de polifenoles totales en arándanos y productos derivados.* Scientia vol.8 Núm.1. Universidad César Vallejo, Perú. <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ucv-scientia/article/view/1169>
- Arellano Acuña, E., Rojas Zavaleta, I. y Paucar Menacho L. (2016). *Camu-camu (Myrciaria dubia): Fruta tropical de excelentes propiedades funcionales que ayudan a mejorar la calidad de vida.* Revista Scientia Agropecuaria 7 (4): 433 – 443 (2016). <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.04.08>
- Auquiñivin Silva, E. A.; y Paucar Menacho, L. M. (2020). *Estudio comparativo de las características fisicoquímicas y vida útil de las papayas nativas, “papayita de monte” (Carica pubescens Lenné & K. Koch) y “babaco” (Carica pentagona Heilborn) (Caricaceae) deshidratadas mediante*

liofilización. Arnaldoa Vol. 27 (1): 115-128, 2020.
<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.271.27105>

Ayala Vílchez A. (2018). *Cuantificación de los componentes bioactivos de mermelada de lima (Citrus limetta Risso) y aguaymanto (Physalis peruviana L.) enriquecida con camu camu (Myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh) y con características organolépticas aceptables*. [Tesis de Pregrado, Universidad Norbert Wiener].
<http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/2297>

Baenas, N., Ruales, J., Moreno, D. A., Barrio, D. A., Stinco, C. M., Martínez Cifuentes, G., Meléndez Martínez, A. J. y García Ruiz A. (2020). *Characterization of Andean Blueberry in Bioactive Compounds, Evaluation of Biological Properties, and In Vitro Bioaccessibility*. Foods 2020, 9, 1483. <https://doi.org/10.3390/foods9101483>

Basilio Atencio, J. y Dávila Trujillo, R. (2022). *Variación de la capacidad antioxidante y vitamina C, en el liofilizado de la fruta del camu camu (Myrciaria dubia)*. Revista de Invest. Agropecuaria Science and Biotechnology ISSN: 2788-6913 Vol. 02, No. 01, enero -marzo2022, 11-20. <http://dx.doi.org/10.25127/riagrop.20221.780>

Becker, M. M., Nuñez, G. S., Ribeiro, D. B., Silva, F., Catanante, G. y Marty, J. L. (2019). *Determination of the Antioxidant Capacity of Red Fruits by Miniaturized Spectrophotometry Assays*. Journal of the Brazilian Chemical Society 30 (5) May 2019. <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20190003>

Bokuchava, N., Murtazashvili, T., Sivsivadze, K., Tatanashvili, M. y

Masiukovich, T. (2021). *Determination of the Total Phenolic Content in Grapevine Shoots with Folin Ciocalteu Method*. Collection Of Scientific Works E-ISSN: 2667-9965 ISSN: 1987-8990. <https://journals.4science.ge/index.php/CSW/issue/view/27>

Bracho Wagner, G. G., Minaya Lino, R. K., Ortega Vergara, A., Salvatierra Huamani, E., y Suarez Vega, C. L. (2017). *Yogurt bebible de camu camu y durazno endulzado con stevia "VITA MÀS"*. [Tesis de Pregrado, Universidad San Ignacio de Loyola]. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b4e5dee8-fb81-458b-8218-f9b7883b5225/content>

Braga Ribeiro, D., Santos Silva¹, G., Rubim dos Santos, D., Castro Costa, A. R., Braga Ribeiro, E., Badea, M., y Silva Nunes, G. (2021). *Determination of the Antioxidant Activity of Samples of Tea and Commercial Sources of Vitamin C, Using an Enzymatic Biosensor*. *Antioxidants*2021,10, 324. <https://doi.org/10.3390/antiox10020324>

Caballero Burgos, M. y Escobedo Flores, A. (2019). *Actividad antioxidante de una bebida refrescante elaborado a partir de harina de cáscara de maracuyá (passiflora edulis)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3385>

Caisahuana Sanabria, M. (2012). *Evaluación de Vitamina C, Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante en dos estados de Madures del Camu Camu*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Ingeniería en Industrias Alimentarias. Satipo, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1879>

Canahualpa Carhuamaca, F. y Solano Gomez, E. (2018). *Estudio de la cinética de*

secado y degradación de las antocianinas y vitamina c de la mashua negra (Tropaeolum tuberosum). [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/3449>

Castrica, M., Rebucci, R., Giromini, C., Tretola, M., Cattaneo, D. y Bald, A. (2019). *Total phenolic content and antioxidant capacity of agri-food waste and by-products*. Italian Journal of Animal Science, 18:1, 336-341.
<https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1529544>

Castro Meco, B. (2018). *Efecto del cocinado y la digestión gastrointestinal de maca y mashua en la liberación de compuestos bioactivos con capacidad antioxidante e inhibidora de la digestión de carbohidratos*. [Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma de Madrid].
<http://hdl.handle.net/10261/172504>.

Catunta Quispe, D. L. (2016). *Efecto de la deshidratación osmótica sobre los compuestos antioxidantes en dos accesiones de mashua (Tropaeolum tuberosum R&P)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/3449>

Chamba, J. (2023). *Determinación de componentes fenólicos y antioxidantes en harina de camote morado (Ipomeas batatas) y mashua (Tropaeolum tuberosum)*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Repositorio Universidad Técnica de Ambato:
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/37937>

Chávez Asís, O. (2019). *Influencia de la solución de cubierta del jugo de*

Arándano (Vaccinium corymbosum) en la calidad del fruto de arándano mínimamente procesado. [Tesis de Pregrado - Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo].
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4300>

Chiroque Quinteros, A.; Sencio Sanchez, E. 2020. *Formulación y Desarrollo de una mermerlada del Mesocarpio de Sandía (Citrullus lanatus) y Arándano (Vaccinium myrtillus).* [Tesis de Pregrado - Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8889>

Coloma, A., Flores Mamani, E., Quille Calizaya, G., Zaira Churata, A., Apaza Ticona, J., Calsina Ponce, W. C., Huata Panca, P., Inquilla Mamani, J., y Huanca Rojas, F. (2022). *Characterization of Nutritional and Bioactive Compound in Three Genotypes of Mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz and Pavón) from Different Agroecological Areas in Puno.* International Journal of Food Science Volume 2022, Article ID 7550987. <https://doi.org/10.1155/2022/7550987>

Coriat Rengifo, R. I. (2021). *Optimización de la extracción simultanea de proteínas y compuestos bioactivos presentes en la semilla de camu-camu (Myrciaria dubia (HBK) Mc. Vaugh).* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Intercultural De La Amazonia.]. <https://repositorio.unia.edu.pe/items/57bc7c1c-6ab3-48e2-bbe7-5786deaebeb8>

Coronel Carpio, L.; Pérez Juárez, J. y León Roque, N. (2019). *Influencia de diferentes agentes encapsulantes en la retención de vitamina C en el zumo de arándano (Vaccinium corymbosum) atomizado.* Agroindustrial Science, 9(1), 47-52. <http://dx.doi.org/10.17268/agroind.sci.2019.01.06>

- Cortez Quintana, R. 2018. *Polifenoles Totales, Vitamina C y Actividad Antioxidante de láminas deshidratadas de pulpa de arándano (Vaccinium corybosum E.) y manzana (Malus domestica), utilizando goma xantana*. [Tesis de Pregrado, Universidad del Centro del Perú]. Lima-Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4840>
- Cortez, J.D.; Faicán, M. A.; Pirovani, M. E.; y Piagentini, A. M. (2018). *Determinación de polifenoles en frutas con vitamina C incorporada: Metodología para mejorar la especificidad del ensayo de Folin-Ciocalteu*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha ISSN: 1665-0204. Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81357541002>
- Cuadra Perera, A. C.; Ramírez Alfonso, C. y Pino, J. A. (2023). Rehidratación de dados de calabaza (cucurbita moschata Duch) secados por convección. Ciencia y Tecnología de Alimentos Vol. 33, No. 2, 2023. <https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/es/article/view/688/604>
- De Alvarado Ortiz T. y Alvarado Ortiz C. (2020). *Vitamina C. Aliada para la salud*. Recuperado de: http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/10225/1/2020_Blanco_Vitamina%20C.pdf
- De la Cruz Rojas, N. e Irigoín Herrera, M. (2019). *Influencia de la adición de cloruro de calcio y eritorbato de sodio en la cubierta comestible de alginato sobre el tiempo de almacenamiento de arándanos (Vaccinium corymbosus L.)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”]. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/7972>

- De la Vega, J. C.; Cañarejo, M. A.; Cabascango, O. N.; y Lara, M. V. (2019). *Deshidratado de Physalis peruviana L. en dos Estados de Madurez y su Efecto sobre el Contenido de Polifenoles Totales, Capacidad Antioxidante, Carotenos, Color y Ácido Ascórbico*. Información Tecnológica – Vol. 30(5), 91-100 (2019). <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500091>
- Del Ángel, Cruz J. A. (2020). *Efecto de la termosonicación sobre parámetros de calidad, actividad antioxidante y propiedades antiinflamatorias en jugo de arándano azul (vaccinium corymbosum)*. [Tesis de Maestría, Instituto Nacional de México]. <http://51.143.95.221/bitstream/TecNM/5824/1/TESIS%20MCA-2020-JOSÉ%20ARMANDO%20DEL%20ÁNGEL%20CRUZ%20%281%29.pdf>
- Dorota, N. y Ewa, J. (2020). *The Freeze-Drying of Foods—The Characteristic of the Process Course and the Effect of Its Parameters on the Physical Properties of Food Materials*. Journal Foods 2020, 9 (10), 1488. <https://doi.org/10.3390/foods9101488>
- Elsayed A. I., Ahmed A. A. y Atallah A. A. (2020). *Quality and microstructure of freeze-dried yoghurt fortified with additives as protective agents*. Journal Heliyon Volume 6, Issue 10, October 2020, e05196. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05196>
- Escudero Shuñ, P., Ramírez Vásquez, S., Reátegui Isla, V., Pereda Ibañez, J. M., Nolzco Cama, D. y Morales Soriano, E. (2023). *Efecto del procesamiento en el contenido fenólico y aceptabilidad de infusiones de cáscara y semillas de camu camu (Myrciaria dubia)*. Anales Científicos

84(2): 138-148 (2023). <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v84i2.1926>

Falcón Romero, P. (2017). *Determinación de los parámetros óptimos para la elaboración de una bebida fermentada a partir de arándano (Vaccinium Myrtillus L) al estado maduro*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2197>

Farje Vergaray, I., Haddad Morote, M. M., Olcese Zavaleta, M. A., y Sánchez Ríos, J. A. (2015). *Creación de una empresa para la producción y exportación de fruta fresca de arándano*. [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/58381>

2/PFM%20-

%20PROYECTO%20ARANDANOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Feliciano, Eder & Calixto, wiliam, (2015). *Aceptabilidad del vino de arandano elaborado con parámetros óptimos en la ciudad de Huánuco*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán].

<http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/1688>

Fiedler Montero, I. (2015). *Caracterización Físico-Química y Sistema de Producción del Arándano (Vaccinum myrtillus) en Jalisco*. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México.

<http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/5901>

Figueroa, D., Guerreo, J., y Bensch, E. (2010). *Efecto de momento de cosecha y permanencia en huerto sobre la calidad en poscosecha de arándano alto (Vaccinium corymbosum l.), cvs. Verkeley, Brigitta y Elliott durante la temporada 2005-2006*. Idesia, 28(1), 79-84.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292010000100011>

Flores, N. (2015). *Evaluación de la aceptabilidad organoléptica y capacidad antioxidante de una bebida alcohólica no fermentada, formulado con extracto fenólico de mashua (Tropaeolum tuberosum) púrpura*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Huancayo. Perú.
<http://hdl.handle.net/20.500.12894/1295>

Galindo Salom, H. M., Carrillo Bravo, C. A. y Prieto Lozano, H. A. (2005). *Revisión sistemática: Eficacia del uso médico de megadosis de vitamina c en humanos*. Recuperado de: <https://www.simposiovitaminac.com/wp-content/uploads/2017/08/revision-sistemica-megadosis.pdf>

García Saavedra, E., Leandro Laguna, C., Pari Quispe, D., Tavera Arévalo, Y. y Mamani Flores, M. (2021). *Contenido de ácido ascórbico, polifenolestotales y actividad antioxidante en capsulasde harina de cáscara del fruto de Camu camu (Myrciaria dubia hbk), bajo dos tipos de almacenamiento*. Revista de Investigación Universitaria, Versión electrónica 2664 –8423, Vol. 11 N° 2, pp. 644–663.
<https://doi.org/10.53470/riu.v11i2.65>

Gómez Payan, M.J., Romero, López, R., Molina Arredondo, R.D., Terrazas Porras, S.M., y Nuñez Ortega, O. (2015). *Uso de la metodología del diseño por mezclas en el sector agrícola*. Revista Culcyt. Año 12, No 55, Especial No 1.
<https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/761/728>

Gonzales Daga, J., Alvis Dávila, R., Pino Gaviño, J.L., y Iziga Goicochea, R. (2020). *The effect of the aqueous extract of mashua (tropaeolum*

tuberosum) on sperm quality and its implication in preimplantation embryonic development. Pre-clinical test. Revista de la Facultad de Medicina 2020;20(4):662-669.

<http://dx.doi.org/10.25176/rfmh.v20i2.2930>

Guevara; Salvá; Morales; Encina; Rojas; Crisóstomo. (2010). *Tecnología de Frutas y Hortalizas*. Academia. https://www.academia.edu/10586235/ELABORACION_DE_NCTAR

Hasna E. G. (2009). Polyphenols: food sources, properties and applications – a review. International Journal of Food Science and Technology 2009,44, 2512–2518. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02077.x>

Heinert, E.; Gutiérrez, Y.; Chóez, I.; Martínez, M. (2020). *Actividad Farmacognostica, Química y Antiinflamatoria Estudio de dos variedades de Tropaeolum tuberosum (Ruiz & Pav.) Kuntze (Tropaeolaceae)*. International Journal of Pharmacy and Chemistry. Science Publishing Group. <http://article.ijopc.org/pdf/10.11648.j.ijpc.20200604.12.pdf>

Hera O., Sturzeanu, M., Paraschiv, M. y Vîjan Loredana, E. (2023). *Cercetari privind conținutul biochimic al fructelor la unele descendente hibride de afin*. Fruit Growing Research, Vol. XXXIX, 2023. <https://publications.icdp.ro/index.php>

Hernández Alarcón, E. y Hernández Amaya, L. H. (2021). *Espectrofotometría UV como método confiable para la cuantificación de Vitamina C*. Documentos De Trabajo ECBTI, 2(2). Recuperado a partir de

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/wpecbti/article/view/4777>

- Hernández, D (2014). *Estudio nutrimental de arándano azul (Vaccinium corymbosum L.) cv. Biloxi en los Reyes, Michoacán (Maestría)*. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, Edo. De México. <http://hdl.handle.net/10521/2378>
- Hernández, M.S; Carrillo, M; Barrera, J.; Fernández, J. (2011). *Camu-camu (Myrciaria dubia Kunth McVaugh)*. *Poscosecha Biología y Tecnología de frutas tropicales y subtropicales*, 352-375e. <https://doi.org/10.1533/9780857092762.352>.
- Hidayat, M. A., Sari, P. y Kuswandi, B. (2018). *Simple scanometric assay based on DPPH immobilized on pharmaceutical blister for determination of antioxidant capacity in the herbal extracts*. *Journal Marmara Pharm J*. 2018; 22 (3): 450-459. <https://doi.org/10.12991/jrp.2018.87>
- Hidenori, K., Toshinori S., y Yukitaka K. (2019). *Recent Development of Optimization of Lyophilization Process*. *Journal of Chemistry* Volume 2019, Article ID 9502856, 14 pages. <https://doi.org/10.1155/2019/9502856>
- Huachuillca Lizarme, D. (2017). *Efecto de liofilización sobre los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en la pulpa de aguaymanto (physalis peruviana l.)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional José María Arguedas]. <http://repositorio.unajma.edu.pe/handle/123456789/263>
- Ibarra Bernuy, J. 2018. *Capacidad Antioxidante y contenido de polifenoles en el tubérculo tropaeolum tuberosum (Mashua naranja)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote].

<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/15779>

Inostroza, L., Castro, A., Hernández E., Carhuapoma, M., Yuli, R., Collado, A. y Córdova J. (2015). *Actividad antioxidante de tropaeolum tuberosum ruiz & pavón (mashua) y su aplicación como colorante para yogur*. Revista de Cienciae Investigación UNMSM. 2015; 18(2): 83-89.

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/13615/12021>

Jiménez Heinert, M. E., Gutiérrez Gaitén, Y. I., Yamilet Guaranda I., y Miranda Martínez, M. (2019). *Chemical Study and Determination of the Antioxidant Activity of Three Varieties Tropaeolum tuberosum (Mashua)*. American Journal of Plant Sciences, 10, 2279-2297.
<https://doi.org/10.4236/ajps.2019.1012159>

Lara Ramos, M. (2017). *Deshidratación de Mashua Tropaeolum tuberosum para la obtención de hojuelas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6153>

Lara Ramos, M. (2017). *Deshidratación de Mashua Tropaeolum tuberosum para la obtención de hojuelas*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6153>

Lavy Chocce, A. (2016). *Utilización de carne de llama (lama glama) y harina de kiwicha (amaranthus caudatus) en butifarra dulce*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2653/Q02-L389-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- León Hanco, J. (2010). *Determinación de la vida útil del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua (chenopodium quinoa willd)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3487/Leon_Hanco_Jose_Gabriel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Liović, N., Bratanić, A., Zorić, Z., Pedisić, S., Režek Jambrak, A., Krešić, G., y Bilušić, T. (2020). *The effect of freeze-drying, pasteurisation and high-intensity ultrasound on gastrointestinal stability and antioxidant activity of blueberry phenolics*. International Journal of Food Science & Technology. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14831>
- Llantoy Meza, M. C. (2020). *Efecto del tratamiento térmico sobre la capacidad antioxidante y la retención de antocianinas del néctar de arándano (vaccinium corymbosum)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6827/T010_418291_22_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López Martínez, M. (2016). *Formulación del proceso de liofilización en frutas y hortalizas como valor agregado a su presentación a mercados tipo exportación*. Universidad Militar Nueva Granada.
<http://hdl.handle.net/10654/14989>
- Lopez Pinto, C. E. D., Villacis Fajardo, J. D., Taube P. S., Amorim Silva do Sacramento, J. A., y Cristi de Barros E. (2020). *Initial production and quality of camu-camu fruits under organic and mineral fertilization*. Pesqui. Agropecu. Trop. 50 <https://doi.org/10.1590/1983->

- Lourenço, S. C., Martinsand, M. M. y Alves, V. D. (2019). *Antioxidants of Natural Plant Origins: From Sourcesto Food Industry Applications*. Journal Molecules 2019, 24 (22), 4132.
<https://doi.org/10.3390/molecules24224132>
- Maeda, R.; Pantoja, L.; Yuyama, L.; Chaar, J. (2017). *Estabilidad de ácido ascórbico e antocianinas en néctar de camu-camu (Myrciaria dubia (H.B.K) McVaugh)*. Food Science and Technol.
<https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000100012>
- Malpartida, R.; Adama, J.; Cajachagua, Y.; Rosales, M. (2022). *Características físicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos en tres variedades de Mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz y Pavón): Una revisión*. Revista Tecnológica ESPOL, 34(2),41-51.
<https://doi.org/10.37815/rte.v34n2.891>
- Manrique, I., Arbizu, C., Vivanco, F., Gonzales, R., Ramírez, C., Chávez, O., Tay, D. y Ellis, D. (2013). *Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pav. Colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP)*. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 122 p.
- Montalvo Principe, M. L. y Canteño Falcon, M. A. (2019). *Cinética de la estabilidad de vitamina c, antocianinas y actividad antioxidante en la bebida funcional a base de tumbo (Pasiflora mollisima) y mashua negra (Tropaeolum tuberosun)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco].
<https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5733>

- Montané Ojeda, C., Arias Ramos, D. y Chil Núñez, I. (2021). *Cuantificación de fenoles y flavonoides totales en un extracto blando de flores de Calendula officinalis Linn.* Orange Journal Volumen 2. <https://doi.org/10.46502/issn.2710-995X/2020.3.02>
- Montero, I. (2018). *Caracterización Físico Química y sistema de producción del arándano (Vaccinium myrtillus L.) en Jalisco.* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guadalajara]. Zapopan. <http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/5901>
- Moreiros O., Carbajal A., Cabrera L. y Cuadrado L. 2010. *Tablas de composición de alimentos.* Editorial Pirámide. Madrid - España.
- Mousavi, S., Bereswill, S. y Heimesaat, M. M. (2019). *Immunomodulatory and Antimicrobial Effects of Vitamin C.* European Journal of Microbiology and Immunology 9(2019)3, pp. 73–79. <https://doi.org/10.1556/1886.2019.00016>
- Mozo Malca, W. E. y Chuquicusma Chiquicusma, E. K. (2023). *Bebida funcional a base de arándanos (Vaccinium myrtillus) con extracto de almendra (Prunus dulcis), edulcorada con panela.* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4354>
- Nanchun, L., y Haijing, S. (2017). *Analysis of Energy Saving during Food Freeze Drying.* Procedia Engineering 205 (2017) 3763–376. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.330>
- Napuchi Pintado, J. (2021). *Contenido de compuestos fenólicos, antioaninas y capacidad antioxidante del fruto Myrciaria dubia “Camu Camu”.* [Tesis

de Pregrado, Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/74829>

Neves, L.; Xavier, V.; Alves, E.; Barcelar, C.; Ruffo, S. 2015. *Determining the harvest time of camu-camu (Myrciaria dubia (H.B.K.) Mc Vaugh) using measured pre-harvest attributes*. Scientia Horticulturae 186: 15–23.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.02.006>

NORMA TÉCNICA PERUANA 203.110. (2009). *Jugos, Néctares Y Bebidas De Fruta. Requisitos*. Recuperado de: <https://vsip.info/ntp-203110-2009-jugos-nectares-bebidas-frutas-pdf-pdf-free.html>

Obregón García, P. (2019). *Obtención de un alimento liofilizado a base de maracuyá (Passiflora edulis) y camu camu (Myrciaria dubia)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto].
<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3464/FIAI%20-%20Patrick%20Abner%20Obreg%C3%B3n%20Garcia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Obregón La Rosa, J.; Peñafiel, C.; Contreras López, E.; Arias Arroyo, G. y Bracamonte Romero, M. (2021). *Características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas*. Revista de Investigaciones Altoandinas. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2021.202>

Ordoñez Gómez E.S., Reátegui Díaz, D y Villanueva Tiburcio, J.E. (2018). *Polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y hojas de doce cítricos*. Scientia Agropecuaria vol.9 no.1 Trujillo ene./mar. 2018.
<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.13>

- Oro Beltrán, J. B., y Urcia Piedra S. M. (2018). *Formulación de una bebida funcional a base de pulpa de aguaymanto (phisalis peruviana) y camu camu (myrciaria dubia) edulcorado con Stevia*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3085/47083.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Panato K, Olivera C. (2021). *Drying kinetics and physicochemical and technological properties of pumpkin purée flour dried by convective and foam-mat drying*. Jour Food Proc Preser 2021; 46(2):1-14. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16264>
- Paredes Zavala, J. (2012). *Evaluación del Efecto del procesamiento: Blanqueado y secado en el contenido de glucosinolatos y la actividad microsinasa en Tropaelun tuberosum Ruiz & Pavon (Mashua, en sus variedades Amarilla y Morada)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Santa María]. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositroio/handle/UCSM/3788>
- Paria Caballero, M. I., y Terrones Rosales, R. S. (2021). *Actividad antioxidante durante el pasteurizado de bebida a base de sanky (corryocactus brevistylus) y arándano (vaccinium myrtillus)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3766/52293.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Paucar Anasi, S. (2014). *Composición Química y Capacidad Antioxidante de Dos Variedades Mashua (tropaeolum tuberosum): Amarilla Chaucha y Zapallo*. [Tesis Pregrado, Universidad Tecnológica Equinoccial]. Quito,

Ecuador.

http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5112/1/58311_1

Pesantes Arriola, C. y Tejada Ovalle, S. (2021). *Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (vaccinium corymbosum.)*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Callao].

<http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5519/PES>

ANTES%20ARRIOLA-MAESTRIA-FIQ-

2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Peuckert, Y.; Viera, V.; Hecktheuer, L.; Marques, C.; Da Rosa, C. (2017).

Caracterización y aceptabilidad de barras de cereales adicionadas de proteína texturizada de soja de camu-camu (Myrciaria dubia). Araquara.

<http://serv->

bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/1400

Pinedo Montoya, S. K. (2018). *Caracterización fisicoquímica y organoléptica de variedades comerciales de arándanos y otras especies del género Vaccinium*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas].

<http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1424/Sandra>

%20Karina%20Pinedo%20Montoya.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Quezada Arteaga R. y Yenque Nima C. (2019). *Capacidad antioxidante de un comprimido a base de arandano (vaccinium corymbosum) y camu camu (myrciaria dubia) liofilizado*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3429>

Quispe Díaz, I. M., Ybañez Julca, R. O., Pino Ríos, R., Quispe Rodríguez, J. D.,

Asunción Alvarez D., Mantilla Rodríguez, E., Rengifo Penadillos, R. A., Vásquez Corales, E., Albuquerque Ricardo, D., Gutiérrez Alvarado, W. O., y Benites, J. (2024). *Chemical Composition, Antioxidant Activities, Antidepressant Effect, and Lipid Peroxidation of Peruvian Blueberry: Molecular Docking Studies on Targets Involved in Oxidative Stress and Depression*. *Journal Plants* 2024, 13, 1643. <https://doi.org/10.3390/plants13121643>.

Quispe Taipe, L. (2017). *Fenoles totales y actividad antioxidante en mashua (tropaolum tuberosum) en estado fresco, soleado y cocido de las variedades amarillo zapallo y negra*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Huancayo-Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/1592>

Rojas Benites, D.S.; Repo de Carrasco, R.; y Encina, Zelada, C. R. (2017). *Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en El néctar de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.)*. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 83 (2) pp.174-186. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v83n2/a04v83n2.pdf>

Sánchez Huauya I. (2018). *Efecto de la temperatura y el tiempo en la cinética de degradación térmica de las antocianinas del néctar de arándano (vaccinium corymbosum l.)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.]. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3390/TEESIS%20A1174_San.pdf?sequence=1

Siche, R., Ávalos, C., Arteaga, H., Saldaña, E., Vieira, T.M.F.S. (2016). *Antioxidant capacity of binary and ternary mixtures of orange, grape,*

and starfruit juices. Current Nutrition and Food Science Volume 12, Issue 1, 1 February 2016, Pages 65 - 71. <https://doi.org/10.2174/1573401311666150901221115>

Srivibulkovit, K., Nouanthavong, S. y Sameenoi, Y. (2018). *Paper-based DPPH Assay for Antioxidant Activity Analysis*. Analytical Sciences July 2018 vol. 34. p. 795-800. <https://doi.org/10.2116/analsci.18P014>

Stückrath, R. y Petzold G. 2007. *Formulación de una Pasta Gelificada a Partir del Descarte de Arándanos (Vaccinium corymbosum)*. Información Tecnológica – Vol. 18 N° 2 - 2007 53. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642007000200008>

Ticsihua Huaman, J. y Orejon Montalvo, TY. (2022). *Evaluación del efecto de concentración en una bebida funcional a partir de tuna blanca (Opuntia ficus) y aguaymanto (Physalis peruviana)*. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias SSN: 2664-0902 / ISSN-L: 2664-0902. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.175>

Timilehin Martins, O. y Won Byong, Y. (2020). *Effect of Freeze-Drying on Quality and Grinding Process of Food Produce: A Review*. Journal Processes 2020, 8, 354. <https://doi.org/10.3390/pr8030354>

Toobpeng, N., Powthong, P., y Suntornthiticharoen, P. (2017). *Evaluation of antioxidant and antibacterial activities of fresh and freeze-dried selected fruit juices*. Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research, 10(9), 156. <http://dx.doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v10i9.19099>.

Vagula, L., Sinosaki, N., Ribeiro, M., Magon, t., Bertozzi, J., Meurer, E., Santos, O. y Visentainer, J. (2018). *Simple and Fast Method for Identification*

and Quantification of Anthocyanidins in Berries by Ultra Performance Liquid Chromatography-Mass Spectrometry. Articles J. Braz. Chem. Soc. 29 (1). <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20170110>

Valencia Aguilar, E., Quevedo León, R., Diaz Guineo, D., y Espinoza Tellez, T. (2024). *Zumo a base de maqui liofilizado (Aristotelia chilensis (Mol.) Stuntz): Características fisicoquímicas, funcionales, microbiológicas y sensoriales.* *Agroind. sci.* 14(2): 143-149(2024). <http://doi.org/10.17268/agroind.sci.2024.02.07>

Valencia Z., Cámara F., Ccapab K., Catacorab P. y Quispe F. (2017). *Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de semillas de quinua peruana (chenopodium quinoa w.).* *Revista de la Sociedad Química del Perú.* 2017 vol.83, n.1, pp.16-29. ISSN 1810-634X. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810634X2017000100003&script=sci_arttext&tlng=en

Villacrés, E.; Quelal, M; Álvarez, J. (2016). *Redescubriendo la Oca (Oxalis tuberosa Mol) y la mashua (Tropaeolum tuberosum).* INIAP, Departamento de Nutrición y Calidad. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3152>

Villagrán, M.; Muñoz, M.; Díaz, Fredy.; Troncoso, Claudia.; s Celis Morales C.; y Mardone, L. (2019). *Una mirada actual de la vitamina C en salud y enfermedad.* *Revista Chilena de Nutrición* 2019; 46(6): 800-808. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-751820190006000800>

Villanueva Tiburcio, J. E., Bravo Romaina, J. M., Briceño Yen, H., y Vásquez Rojas, E. (2023). *Contenido de polifenoles totales, antocianinas y*

actividad antioxidante en arándanos nativos (Vaccinium floribundum H.B.K) de la región andina. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, Bolivia. vol.10, n°3. pág. 48-55. Diciembre, 2023. ISSN: 2518-6868.
<https://doi.org/10.53287/jdqm6148yi17u>

VIII. ANEXOS.

Anexo 1. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA.

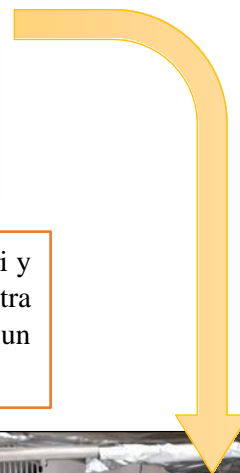
A. Determinación de Humedad.



Se pesaron las placas (9) Petri vacías y se anotó los respectivos pesos por triplicado de las 3 materias primas.



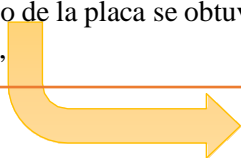
Luego se taró las placas Petri y se pesaron 10 g de cada muestra por triplicado, obteniendo un peso inicial P_i



Pasado el tiempo las muestras secas reposaron en un desecador por 30 minutos, luego se pesó nuevamente obviando el peso de la placa se obtuvo un peso final P_f ,



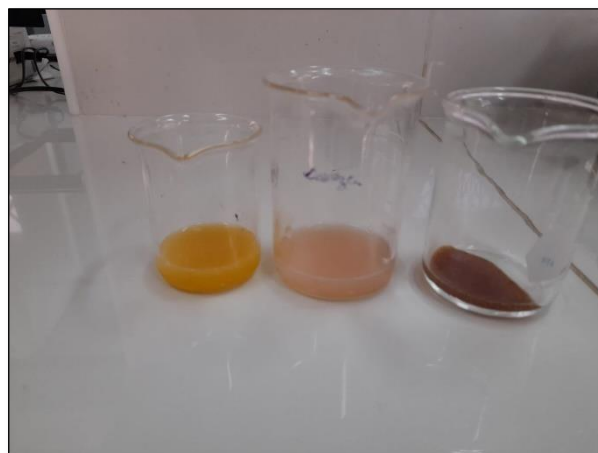
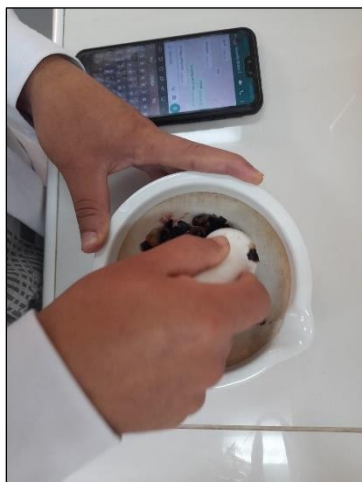
Se llevaron las muestras ya pesadas a la estufa y se procedió al secado automático a 100 °C por 6 h, hasta que las muestras estuviesen completamente secas libre de humedad.



Una vez tomado todos los datos necesarios se calculó el % de humedad mediante la siguiente fórmula.

$$\% \text{Humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

B. Determinación de Ph.

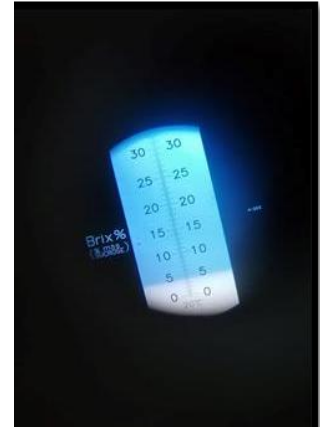
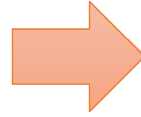
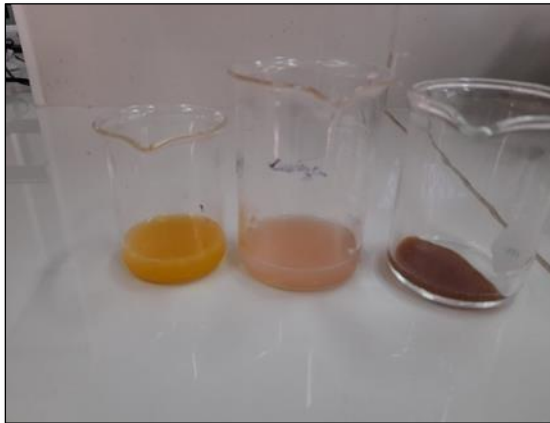


Con la ayuda de un mortero y un filtro, manualmente se extrajo el zumo puro de las muestras, libre de sólidos solubles.



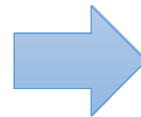
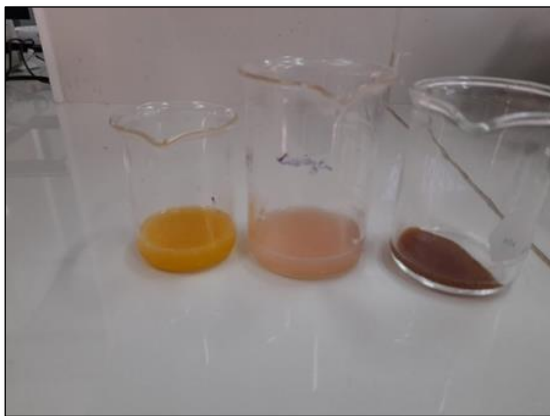
Luego se introdujo el sensor del Ph-metro dentro del zumo de la muestra y se esperó a que se estabilice y se tomó la lectura de Ph. Después de cada lectura el sensor se lavo correctamente con agua destilada y se homogenizó mediante el uso de buffers, para obtener resultados óptimos.

C. Determinación de Sólidos Solubles (°Brix)



Con los zumos ya extraídos de cada muestra se procedió a leer los sólidos solubles presentes en cada muestra mediante un refractómetro manual.

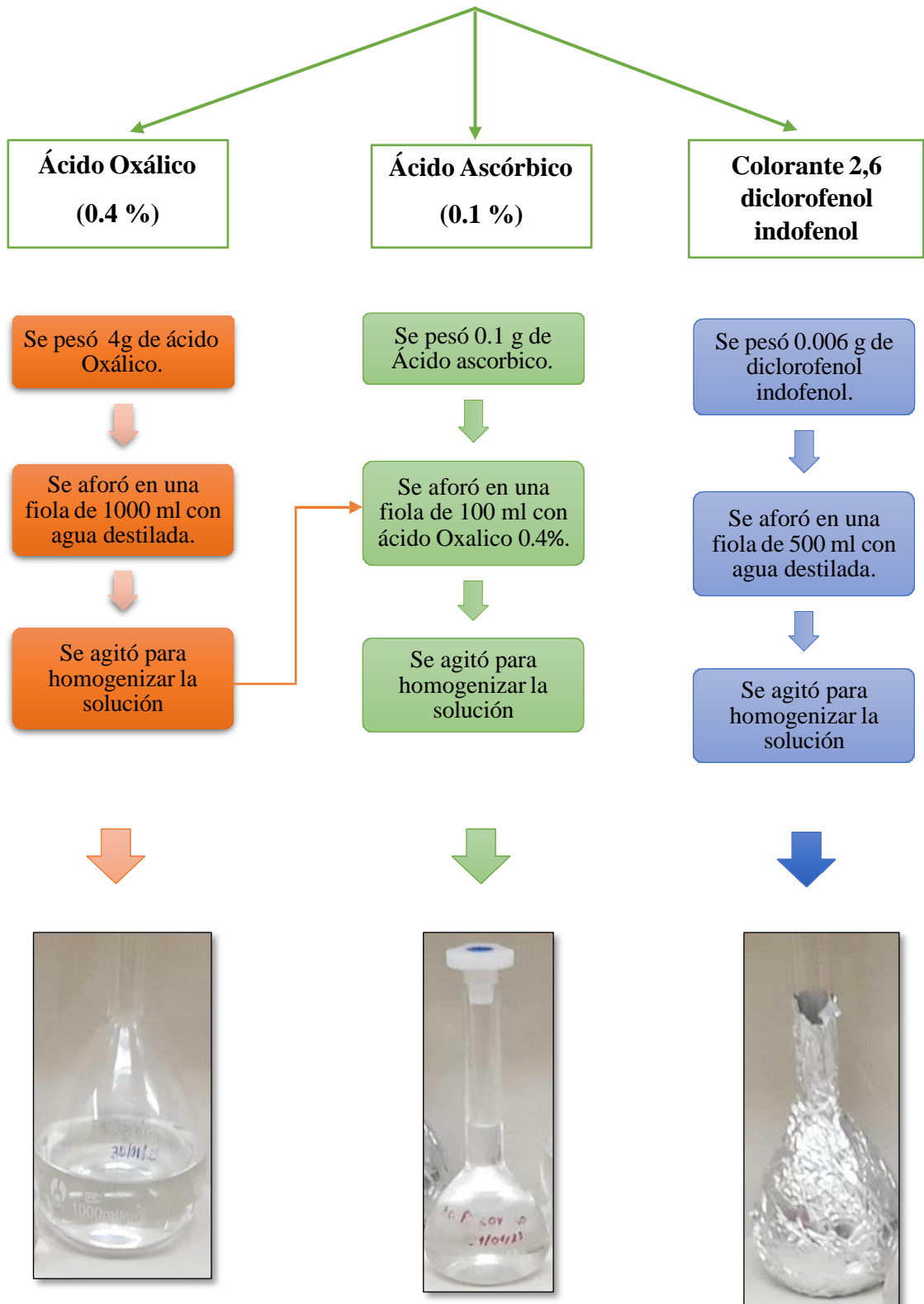
D. Determinación de Acidez



Con los zumos ya extraídos de cada muestra se procedió a determinar la acidez titulable presente en cada muestra mediante el método de titulación.

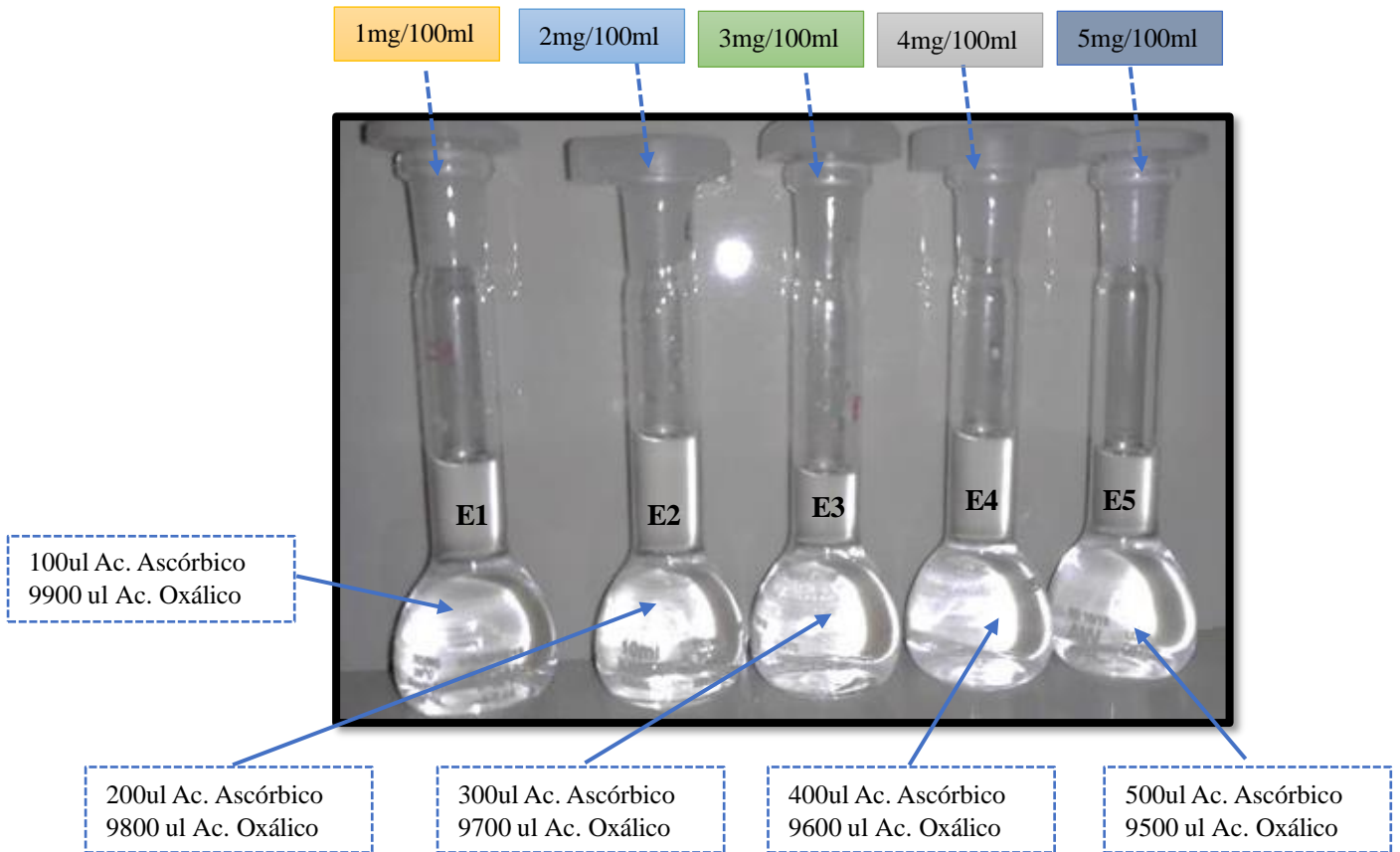
Anexo 2. DETERMINACIÓN DE VITAMINA C.

Preparación de Reactivos.



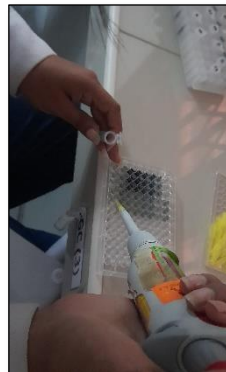
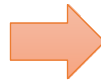
A. Preparación de la curva estándar.

Primero se hizo la preparación de los estándares en fioles de 10 ml con las siguientes concentraciones.



Luego en tubos eppenford se agregaron las concentraciones necesarias establecidas en la metodología de trabajo.

Luego de cada tubo se agregó 200 ul y se leió en el multimodal a 520 nm



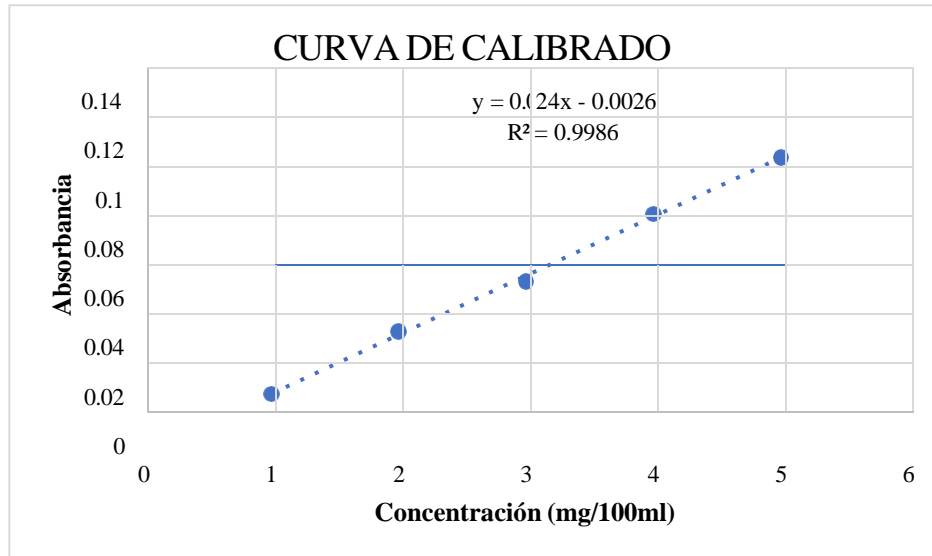
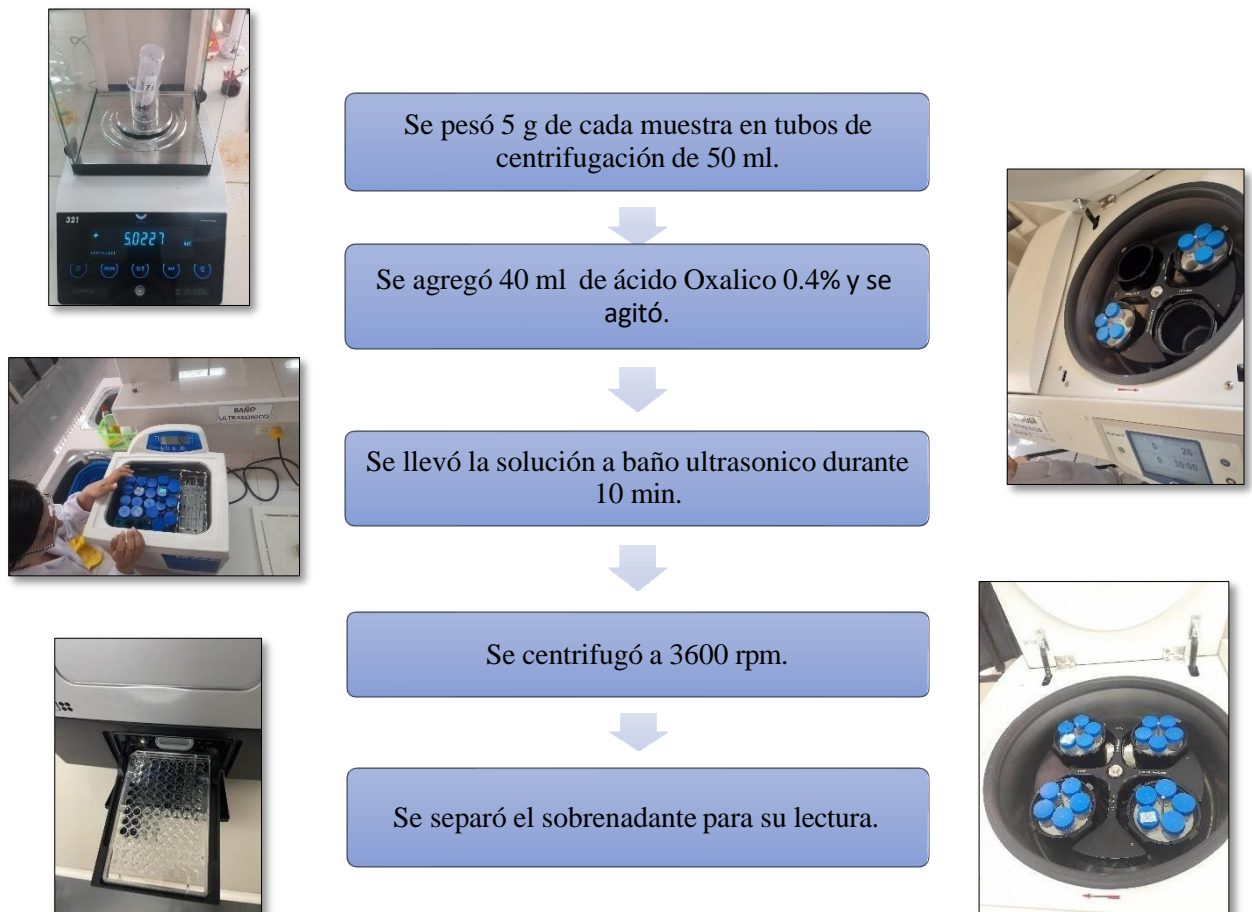


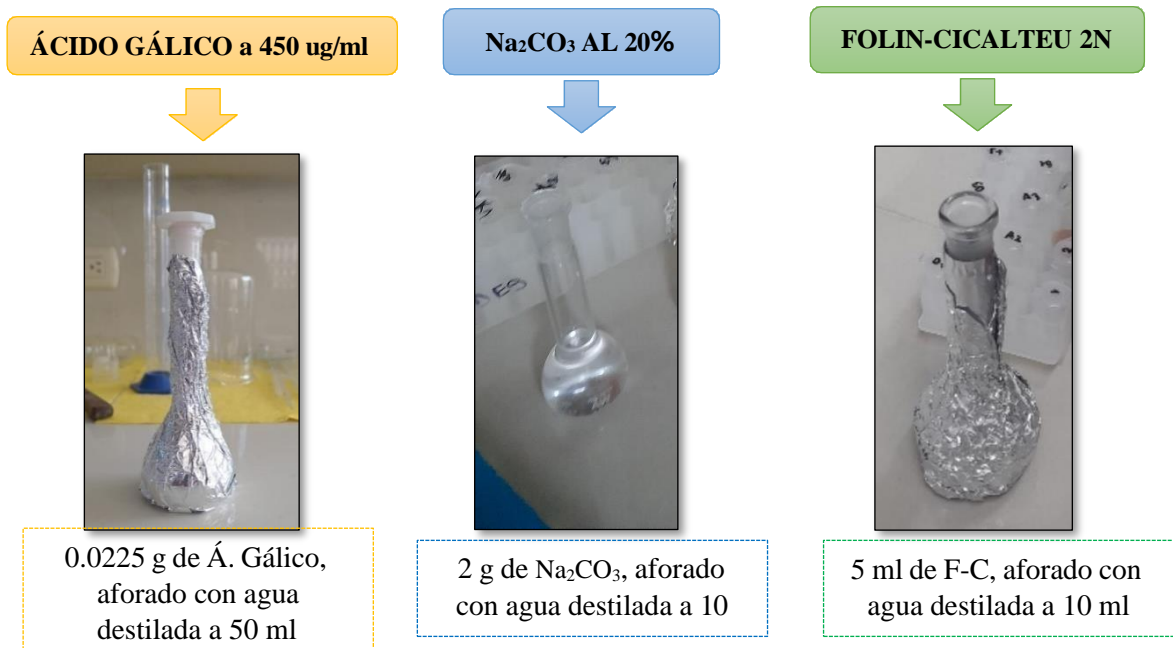
Figura 33. Curva de calibrado para la determinación de Vitamina C.

B. Preparación y lectura de las muestras.

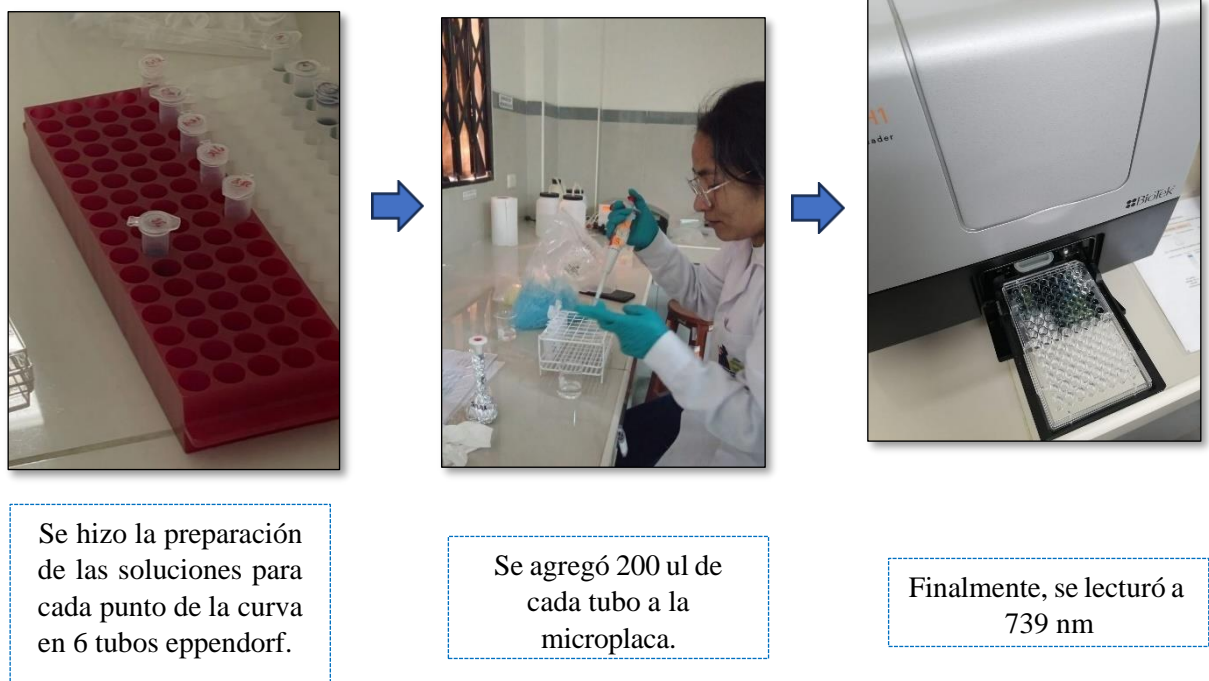


Anexo 3. DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES.

A. Preparación de los reactivos.



B. Preparación de la curva de calibrado.



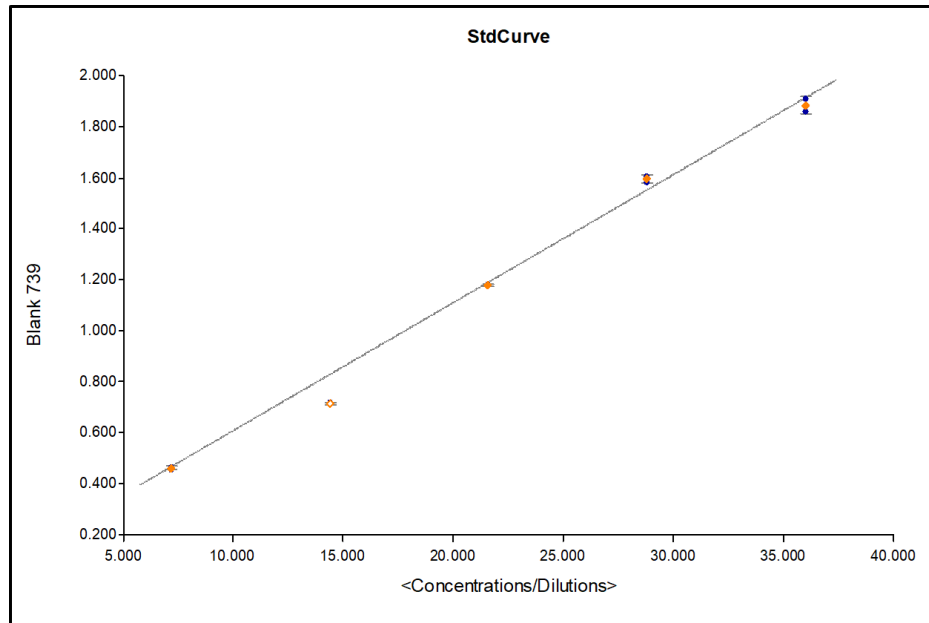
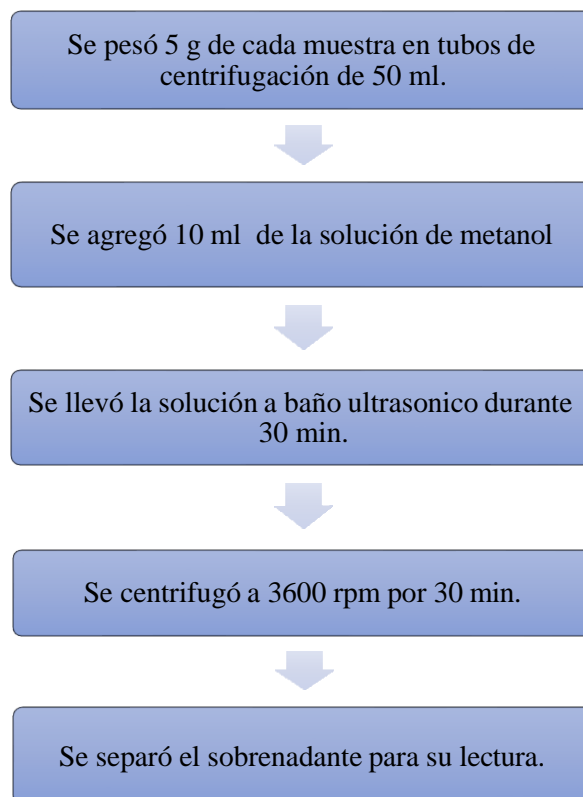


Figura 34. Curva de calibrado para la determinación de polifenoles totales.

Preparación y lectura de las muestras.



Anexo 4. DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.

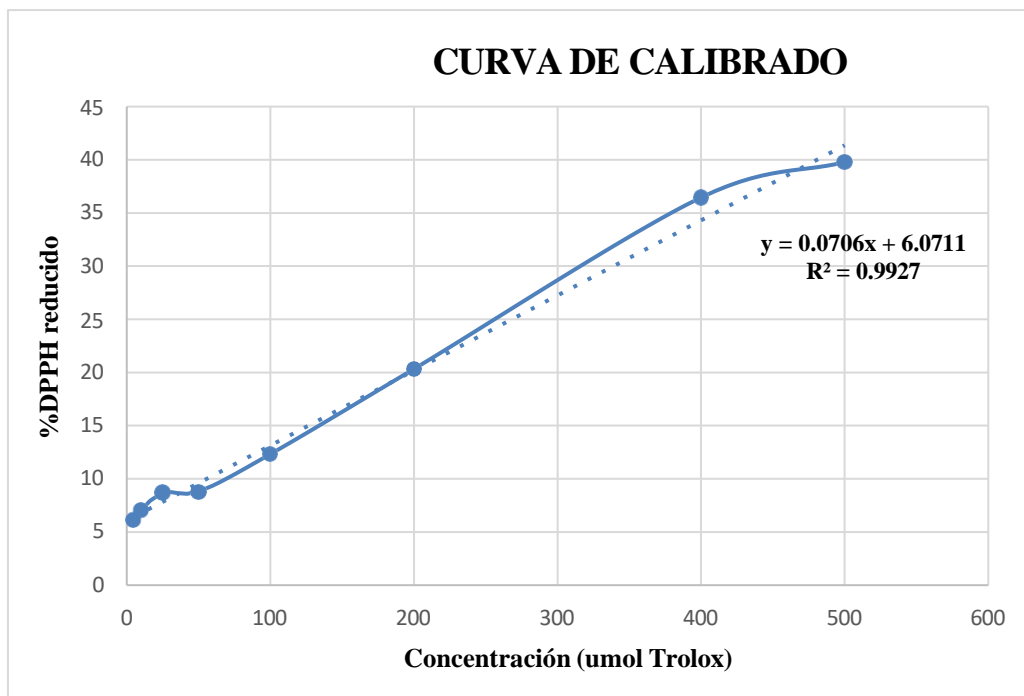


Figura 35. Curva de calibrado para la determinación de Actividad Antioxidante.

Anexo 5. REHIDRATACIÓN DEL NÉCTAR LIOFILIZADO.

Se pesó 3g, 5g y 10 g de néctar liofilizado en una balanza digital.



Luego se vertió agua purificada en vasos precipitados de 250, 500 y 1000 ml.



Luego se vertió el liofilizado en los vasos para su rehidratación.



Finalmente se obtuvo el néctar rehidratado con buenas características sensoriales.

Anexo 6. FORMATO PARA EL ANÁLISIS SENSORIAL CON ESCALA DE 5 PUNTOS.

ANALISIS SENSORIAL DE NÉCTAR DESHIDRATADO A BASE DE MASHUA, CAMU CAMU Y ARÁNDANO

Nombre: _____ Fecha: _____

Edad: _____ Sexo: F M

INSTRUCCIONES

Frente a usted hay diferentes muestras de NECTAR, por favor perciba el olor, la textura, observe el color y pruebe cada una de ellas yendo de izquierda a derecha en orden en cada una de las muestras. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo (olor, color, sabor y textura) de cada muestra, de acuerdo al puntaje y escriba el número correspondiente de su elección en la columna puntaje, guiándose de la siguiente tabla:

Puntaje	Categoría
1	Me gusta Mucho
2	Me gusta Moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta moderadamente
5	Me disgusta mucho

Tratamiento	Categorías			
	Color	Olor	Textura	Sabor
Óptimo				