

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



ESCUELA DE POSGRADO

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTORA
EN CIENCIAS PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE
CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES
Y MEDIO AMBIENTE**

**APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS DE
BERRIES NATIVOS PARA ELABORAR DERIVADOS
LÁCTEOS**

Autora:

Mg. Veronica Zuta Chamoli

Asesores:

Dr. Raúl Benito Siche Jara

PhD. Ligia Magali García Rosero

Dra. Priscilla Siqueira Melo

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2022

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM




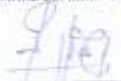
ANEXO 6-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS DE MAESTRÍA () / DOCTORADO (X) EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

- Datos de autor 1**
Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Zuta Chamoli Veronica
DNI N°: 40867235
Correo electrónico: veronica.zuta@untrm.edu.pe
Nombre de la Maestría () / Doctorado (X): Ciencias para el desarrollo sustentable
- Datos de autor 2**
Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Nombre de la Maestría () / Doctorado (): _____
- Título de la tesis para obtener el grado académico de Maestro () / Doctor (X)**
Aprovechamiento de subproductos de berries nativos para elaborar derivados lácteos
- Datos de asesor 1**
Apellidos y nombres: Siche Jara Raúl Benito
DNI, Pasaporte, C.E N°: 18261535
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org>): https://orcid.org/0000-0003-3500-4928
- Datos de asesor 2**
Apellidos y nombres: García Rosero Ligia Magali
DNI, Pasaporte, C.E N°: 001691738
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org>): https://orcid.org/0000-0001-7508-7510
- Campo del conocimiento según Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)**
https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_foro.html 2-11.00 - CIENCIAS INGENIERÍAS, CIENCIAS TECNOLÓGICAS / 2-11.01 - ALIMENTOS Y BEBIDAS
- Originalidad del Trabajo**
Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.
- Autorización de publicación**
El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC. Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación -RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 21, mayo, 2023

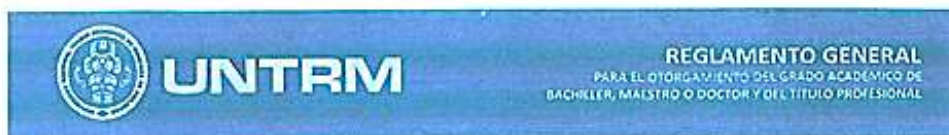

Firma del autor 1


Firma del Asesor 1

Firma del autor 2


Firma del Asesor 2

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 6-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS DE MAESTRÍA ()/DOCTORADO (X) EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

- Datos de autor 1**
Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Zuta Chamoli Veronica
DNI N°: 40867235
Correo electrónico: veronica.zuta@untrm.edu.pe
Nombre de la Maestría () / Doctorado (X): Ciencias para el desarrollo sustentable
- Datos de autor 2**
Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Nombre de la Maestría () / Doctorado (): _____
- Título de la tesis para obtener el grado académico de Maestro () / Doctor (X)**
Aprovechamiento de subproductos de berries nativos para elaborar derivados lácteos
- Datos de asesor 1**
Apellidos y nombres: Siche Jara Raúl Benito
DNI, Pasaporte, C.E N°: 18861535
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org>): https://orcid.org/0000-0003-3500-4928
- Datos de asesor 2**
Apellidos y nombres: Siqueira Melo Priscila
DNI, Pasaporte, C.E N°: 33000522-4
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org>): 0000-0002-8344-906X
- Campo del conocimiento según Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)**
https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_foed.html 2.11.00- OTRAS INGENIERÍAS, OTRAS TECNOLOGÍAS / 2-11-01 - AUMENTOS Y OTRAS
- Originalidad del Trabajo**
Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.
- Autorización de publicación**
El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la licencia creative commons de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación -RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 21, marzo, 2023


Firma del autor 1


Firma del Asesor 1

Firma del autor 2


Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

Al divino hacedor por guiar mis pasos.

A mi esposo Javier Gustavo, a mis hijos: Rossana Isabel, José Christian Manuel y Gustavo Enrique, por la confianza depositada en mí y el apoyo absoluto; por su paciencia y por demostrarme su valentía cada vez que tenía que salir de casa a ejecutar la tesis, esto me dio mucha fortaleza y me permitió finalizar esta etapa tan importante de mi vida.

Una consideración especial a mi mamá Rosa Chamoli Rojas y a mis hermanos Horacio (QEPD), Ceili Milagros y Álvaro Antonio, por todo el cariño y el apoyo recibido.

Veronica Zuta Chamoli

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, en especial a la Escuela de Posgrado, por brindar enseñanza de calidad e inculcar valores a los profesionales que buscan mejorar sus conocimientos para el Desarrollo Sustentable.

A los docentes de la Escuela de Posgrado, por compartir sus meritorios conocimientos y hacerme partícipe de cada una de sus experiencias.

A mis asesores: Dr. Raúl Benito Siche Jara, Dra. Priscilla Siqueira Melo y a la PhD. Ligia Magali García Rosero, por sus valiosas asesorías, por compartir sus conocimientos y su apreciable tiempo.

Al Dr. Efraín Manuelito Castro Alayo y al Mg. Diner Mori Mestanza por permitirme ser parte del equipo de investigadores del proyecto “Aprovechamiento de subproductos del procesamiento de berries nativos de la región Amazonas para obtener antocianinas y carotenoides utilizando solventes verdes presurizados y su aplicabilidad para mejorar la calidad funcional de los derivados lácteos”; financiado por el CONCYTEC-FONDECYT a través del Proyecto N° 137-2018-FONDECYT-BM-IADT-AV, gracias por brindarme todas las facilidades para llevar a cabo esta investigación.

Al la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias FICA, por permitirme el uso de los laboratorios de Química, Bioquímica, Biología, Ingeniería, Física, Biotecnología y Tecnología Agroindustrial: Elena Trujillo Oc, Lisbeth Yoplac Morán, Ana María Valqui Rituay, Marleny Ángeles Trauco, Llisela Valqui Torrejón, Rosario Ocmin Mori y Marleni Medina Mendoza, por su apoyo y por permitirme desarrollar los procedimientos en los mencionados ambientes.

Al Instituto de Investigación, Innovación y Desarrollo Para el Sector Agrario y Agroindustrial (IIDAA) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias (FICA), así como también al laboratorio de Poscosecha; por permitirme utilizar las instalaciones y por el acompañamiento en cada etapa del proceso de ejecución de esta investigación.

Al Instituto de Investigación en Negocios Agropecuarios (INNA), así como a la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología (FIZAB), por brindarme todas las facilidades para llevar a cabo la ejecución de la investigación.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

PhD. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA
RECTOR

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES
VICERRECTOR ACADÉMICO

Dra. MARIA NELLY LUJAN ESPINOZA
VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Dr. EFRAÍN MANUELITO CASTRO ALAYO
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE POSGRADO

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO () / DOCTOR (X)

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM () / Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Aprovechamiento de subproductos de
lecheras nativas para elaborar derivados lácteos

cuyo autor Veronica Zuta Chamoli es estudiante del _____
ciclo/egresado (X) de la Escuela de Posgrado, Maestría () / Doctorado (X) en Ciencias
para el desarrollo sustentable, con correo electrónico institucional
Veronica.zuta@untrm.edu.pe

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 27 de junio de 2022




Firma y nombre completo del Asesor

Dr. Raúl Benito Siche Jara

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO () / DOCTOR (X)

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM () / Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Aprovechamiento de subproductos de
leches nativas para elaborar derivados lácteos

cuyo autor Verónica Zuta Chamoli es estudiante del _____
ciclo/egresado (X) de la Escuela de Posgrado, Maestría () / Doctorado (X) en Ciencias
para el desarrollo sustentable, con correo electrónico institucional
Veronica.zuta@untrm.edu.pe

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 27 de junio de 2022



Firma y nombre completo del Asesor

PhD. Ligia Magall García Rosero

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO () / DOCTOR (X)

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM () / Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Aprovechamiento de subproductos de
leches nativas para elaborar derivados lácteos

cuyo autor Veronica Zeta Chamoli es estudiante del _____
ciclo/egresado (X) de la Escuela de Posgrado, Maestría () / Doctorado (X) en Ciencias
para el desarrollo sostenible, con correo electrónico institucional
Veronica.zeta@untrm.edu.pe

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 27 de junio de 2022



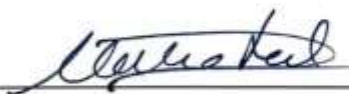
Priscilla Siqueira Melo

Firma y nombre completo del Asesor

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Dr. Carlos Eduardo Millones Chanamé
Presidente



Dra. Mariel del Rocío Chotón Calvo
Secretario



Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva
Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



ANEXO 6-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO () / DOCTOR (x)

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Aprovechamiento de subproductos de berries nativos para elaborar derivadas lácteas

presentada por el estudiante () / egresado (x) Verónica Zuta Chamoli

de la Escuela de Posgrado, Maestría () / Doctorado (x) en Ciencias para el desarrollo sustentable

con correo electrónico institucional veronica.zuta@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:



- a) La citada Tesis tiene 23 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 05 de diciembre del 2022

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 6-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO () / DOCTOR (X)

En la ciudad de Chachapoyas, el día 14 de diciembre del año 2022 siendo las 15:40 horas, el aspirante Mg. Verónica Zuta Chamoli, Asesorado por Dr. Raúl Benito Sicho Jara, defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia () la Tesis titulada: Aprovechamiento de subproductos de berries nativos para elaborar derivados lácteos

para obtener el Grado Académico de Maestro () / Doctor (X) en Ciencias para el Desarrollo Sustentable, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, conformado por:

Presidente: Dr. Carlos Eduardo Millones Chanamé

Secretario: Dra. Mariel del Rocío Choton Calvo

Vocal: Dr. Erick Aldo Auquiñirán Silva



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis de Maestría () / Doctorado (X), en términos de:

A probado (X) por Unanimidad (X) / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 17:23 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Grado Académico de Maestro () / Doctor (X).

[Signature]
SECRETARIO

[Signature]
VOCAL

[Signature]
PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

La doctoranda sustentó el 14/12/22, sin embargo al hallarse observaciones por parte del jurado, estas fueron levantadas el 27 de enero de 2023

CONTENIDO GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	vi
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vii
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	viii
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	ix
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS.....	x
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	xi
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	xii
CONTENIDO GENERAL	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
RESUMEN	xix
ABSTRACT.....	xx
I. INTRODUCCIÓN	21
II. MATERIAL Y MÉTODOS	34
2.1. Elaboración de yogur con subproductos de berries liofilizados	37
a. Formulación del yogur	37
b. Evaluación sensorial del yogur	39
c. Análisis físico químico del yogur	39

2.2.	Elaboración del queso con subproductos del berrie liofilizado	42
a.	Formulación del queso.....	42
b.	Evaluación sensorial del queso	44
c.	Análisis fisicoquímico del queso	44
2.3	Elaboración de helado con subproductos del berrie liofilizado.....	46
a.	Formulación del helado	46
b.	Evaluación sensorial del helado.....	48
c.	Análisis fisicoquímico del helado.....	48
2.4	Evaluación de la sostenibilidad en la elaboración de derivados lácteos de la Asociación Agropecuaria San Salvador de Quishcambal-Assaqui	51
2.5	Análisis estadístico	53
III.	RESULTADOS	54
3.1.	Análisis fisicoquímico de la fruta fresca.	54
3.2.	Resultados de los análisis del yogur	55
3.3.	Resultados de los análisis del queso.....	61
3.4.	Resultado de los análisis del helado.....	67
IV.	DISCUSIÓN	76
4.1.	Discusión de los resultados obtenidos en la evaluación del yogur.....	76
4.1.1.	Evaluación sensorial del yogur	77
4.1.2.	Análisis del yogur	78
4.1.2.1.	Análisis fisicoquímico del Yogur.....	78
4.1.2.2.	Análisis de compuestos funcionales	80
4.1.2.3.	Determinación de vida útil del yogur	83
4.1.2.4.	Análisis de componentes principales (PCA) del yogur	84
4.2.	Discusión de los resultados obtenidos en la evaluación del queso	84
4.2.1.	Evaluación sensorial del queso.....	85
4.2.2.	Análisis del queso	86

4.2.2.1. Análisis fisicoquímico del queso.....	86
4.2.2.2. Análisis funcional del queso	87
4.2.2.3. Determinación de vida útil del queso	90
4.2.2.4. Análisis de componentes principales (PCA) del queso	90
4.3. Discusión de los resultados obtenidos en la evaluación del helado.....	90
4.3.1. Evaluación sensorial del helado	90
4.3.2. Análisis del helado.....	91
4.3.2.1. Análisis fisicoquímico del helado	91
4.3.2.2. Análisis funcional del helado.....	93
4.3.2.3. Determinación de vida útil del helado.....	96
4.3.2.4. Análisis de componentes principales del helado.....	96
4.4. Discusión de la sostenibilidad del proceso de elaboración de derivados lácteos.....	97
V. CONCLUSIONES	99
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXOS.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Empresas privadas que comercializan berries en el Perú	26
Tabla 2. Rendimiento: MEBOL S.A.C. y MEBOL GF S.A.C.....	27
Tabla 3. Rendimiento: IAMB S.A.C.	27
Tabla 4. Formulación del yogur con subproductos de berries liofilizados.....	38
Tabla 5. Formulación del queso con subproductos de berries liofilizados.....	43
Tabla 6. Formulación del helado con subproductos de berries liofilizado	47
Tabla 7. Matriz de dimensiones para evaluar la sostenibilidad de la producción derivados lácteos en la Asociación Agropecuaria de Quishcambal-Assaqui ...	52
Tabla 8. Escala para determinar la sostenibilidad de un proceso.	53
Tabla 9. Análisis fisicoquímico de los berries nativos frescos.	54
Tabla 10. Análisis de los compuestos funcionales de los subproductos de los berries liofilizados.	55
Tabla 11. Análisis fisicoquímico del yogur con subproducto de berrie y sin subproducto de berrie.	57
Tabla 12. Análisis de compuestos funcionales del yogur con subproducto de berrie y sin subproducto de berrie.	58
Tabla 13. Comparación Tukey del yogur elaborado con subproducto de berrie.....	59
Tabla 14. Concentración de carotenoides del YCB y YSB	60
Tabla 15. Evaluación de la vida útil del yogur	60
Tabla 16. Análisis fisicoquímico del queso.....	63
Tabla 17. Análisis de compuestos funcionales del queso.....	64
Tabla 18. Resultado de vida útil del queso en función del carotenoide.....	65
Tabla 19. Evaluación de la vida útil del queso.....	66
Tabla 20. Análisis fisicoquímico y funcional del helado.....	68
Tabla 21. Análisis funcional del helado.....	69
Tabla 22. Vida útil según el pH del helado.....	70
Tabla 23. Índice de sostenibilidad ambiental del proceso de elaboración de derivados lácteos.....	72
Tabla 24. Índice de sostenibilidad económica del proceso de elaboración de derivados lácteos.....	73

Tabla 25. Índice de sostenibilidad social del proceso de elaboración de derivados lácteos.	74
Tabla 26. Índice de sostenibilidad social, económica y ambiental del proceso de elaboración de derivados lácteos.	75
Tabla 27. Análisis de los berries frescos.....	117
Tabla 28. Análisis fisicoquímico de los berries frescos.....	117
Tabla 29. Análisis funcional de los subproductos de los berries liofilizados	118
Tabla 30. FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL.....	119
Tabla 31. Resultados del análisis sensorial del yogur	120
Tabla 32. FORMATO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN.....	130
Tabla 33. Encuesta realizada	132
Tabla 34. Vida útil según la acidez titulable del yogur	137
Tabla 35. Vida útil según la acidez titulable del yogur	138
Tabla 36. Concentración betacaroteno en yogur con berrie	138
Tabla 37. Cuadro de varianza de los componentes principales de las variables del yogur	138
Tabla 38. Cuadro de varianza de los componentes principales de las variables del queso	138
Tabla 39. Cuadro de varianza de los componentes principales de las variables del helado.....	139
Tabla 40. Valor de la antocianina en helado 93 días	139
Tabla 41. Determinación de la vida útil del helado en función del pH y el carotenoide	140
Tabla 42. Análisis de los Atributos.....	141
Tabla 43. Estadístico de contraste.....	141
Tabla 44. Prueba Friedman para el queso.....	141
Tabla 45. ANVA del queso para 8 días	142

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujograma de las etapas de investigación	34
Figura 2. Los berries evaluados	36
Figura 3. Flujograma para la elaboración del yogur	38
Figura 4. Flujograma del proceso de elaboración de queso fresco	43
Figura 5. Flujograma del proceso de elaboración de helado	47
Figura 6. Nivel de aceptación de la muestra y tratamiento para el yogur con subproductos de berries.	56
Figura 7. Análisis de los componentes principales para el yogur (PCA)	61
Figura 8. Nivel de aceptación de la muestra y tratamiento para los quesos con subproductos de berries.	62
Figura 9. Análisis de los componentes principales para el queso (PCA).....	66
Figura 10. Nivel de aceptación para los helados con subproductos de berries.....	67
Figura 11. Evaluación de pH en el HCB en 80 días	70
Figura 12. Análisis de componentes principales para el helado (PCA).....	71
Figura 13. Representación radial de los indicadores de sostenibilidad ambiental del proceso de elaboración de derivados lácteos.....	72
Figura 14. Representación radial de los indicadores de sostenibilidad económica del proceso de elaboración de derivados lácteos.....	73
Figura 15. Representación radial de los indicadores de sostenibilidad social del proceso de elaboración de derivados lácteos.	74
Figura 16. Representación radial de los indicadores de sostenibilidad social, económico y ambiental del proceso de elaboración de derivados lácteos.	75
Figura 17. Curva patrón Folin-Ciocalteu	135
Figura 18. Curva patrón Trolox.	136
Figura 19. Ecuación para determinar la vida útil del yogur.....	137
Figura 20. Ecuación para determinar la vida útil del helado	139
Figura 21. Análisis de antocianinas en 80 días de evaluación de helado.	140
Figura 22. Resultado de la gráfica para determinar la vida útil del queso con aguaymanto	142

RESUMEN

Esta investigación consistió en realizar el aprovechamiento de los subproductos (cáscara y semilla) de frutos nativos de la región Amazonas, conocidos como berries: (*Sambucus peruviana*, *Physalis peruviana*, *Vaccinium myrtillus* y, *Rubus fruticosus*) para la formulación del derivado lácteo (yogurt, helado y queso), se realizó la prueba organoléptica de todos los berries mencionados en los derivados lácteos y la evaluación de la concentración de antocianinas y carotenoides en el periodo de vida útil del producto. Este proceso de elaboración de los derivados lácteos se llevó a cabo, en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, los análisis físicos, químicos y sensoriales se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias y la Facultad de Ingeniería Zootecnista. En cuanto al análisis estadístico se utilizó, un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial de 4A x 3B x 3C, donde A fue el tipo de berrie, B el tipo de derivado lácteo y C el porcentaje de subproducto utilizado en la formulación. En el análisis estadístico se observó que, se produjo un efecto positivo respecto a la concentración de los compuestos antioxidantes y los estudios fisicoquímicos producido por la incorporación de subproductos de berries nativos en los derivados lácteos en referencia al tratamiento control (derivados lácteos sin incorporación de subproductos de berrie nativos). Finalmente, para determinar el tiempo de vida útil del yogurt, queso y helado, se utilizó el análisis en tiempo real.

Palabras claves: Berrie nativo, antocianinas, carotenoides, antioxidantes, lácteos.

ABSTRACT

This research consisted in making use of the by-products (shell and seed) of native fruits of the Amazon region, known as berries (*Sambucus peruviana*, *Physalis peruviana*, *Vaccinium myrtillus* and *Rubus fruticosus*): for the formulation of the dairy derivative (yogurt, ice cream and cheese), the organoleptic test of all the berries mentioned in the dairy derivatives and the evaluation of the concentration of anthocyanins and carotenoids in the shelf life of the product was carried out. This process of elaboration of the dairy derivatives was carried out at the Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, the physical, chemical and sensory analyses were performed in the laboratories of the Faculty of Engineering and Agricultural Sciences and the Faculty of Zootechnical Engineering. As for the statistical analysis, a Completely Randomized Design (CRD) was used with a factorial arrangement of 4A x 3B x 3C, where A was the type of berrie, B the type of dairy derivative and C the percentage of by-product used in the formulation. In the statistical analysis, it was observed that there was a positive effect with respect to the concentration of antioxidant compounds and physicochemical studies produced by the incorporation of native berrie by-products in the dairy derivatives in reference to the control treatment (dairy derivatives without incorporation of native berrie by-products). Finally, real-time analysis was used to determine the shelf life of yogurt, cheese and ice cream.

Keywords: Native Berrie, anthocyanins, carotenoids, antioxidants, dairy.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, la región Amazonas se encuentra en el octavo lugar de producción de leche, con 112,01 mil toneladas producidas en el año 2021, el consumo per cápita de leche en el Perú fue de 81,0 kilogramos, ubicando al Perú como un país de consumo medio de leche (INEI, 2021). Según INEI (2018) la región Amazonas ha reportado una producción de 97 640 toneladas de leche, con un consumo per cápita anual de 2,4kg del queso fresco 3,1litros de yogur y 1,7 litros de helado. Por otro lado, Agricultura (2022) manifiesta que en la región Amazonas existe un promedio de 30 plantas de productos lácteos que transforman la leche en una variedad de derivados lácteos (helado, queso y yogur). Sin embargo, algunos de estos productos presentan deficiencias relacionados a la calidad, disminuyendo su vida útil. Es por ello que se debe buscar nuevos estudios relacionados a mejorar la calidad de los derivados lácteos.

Sobre la sustentabilidad de la producción de derivados lácteos producidos en la región Amazonas, Egas et al. (2021) realizaron una evaluación ambiental y económica, en pequeñas empresas de productos lácteos en España y recomendaron utilizar lámparas led y optimizar el tiempo de operación de los equipos, para reducir en un 5% del gasto en la energía eléctrica. Por otro lado, Rotz et al. (2021) evidenciaron que además de consumo de energía y emisión de CO₂, las granjas lecheras contribuyen a la emisión de amoníaco.

En lo referente a la sustentabilidad y aprovechamiento de subproductos agroindustriales, es de interés evaluar la forma de producción en sectores como la industria de venta de pulpa de fruta y algunas bebidas alcohólicas a partir de los berries, pues esta actividad se ha vuelto insostenible para el medio ambiente ya que se generan gran cantidad de desechos, los cuales se eliminan al medio ambiente causando contaminación ambiental (Cuevas et al., 2017). Las preocupaciones con la sustentabilidad de las actividades humanas a nivel mundial no son recientes en este sentido, considerando la línea de tiempo en el marco de los acuerdos realizados para cuidar el medio ambiente, en 1972 se creó el Programa de Naciones Unidas Para el Medio Ambiente (PNUMA) con la finalidad de apoyar a todas las naciones para realizar gestiones a favor del desarrollo sustentable. En 1987 se presenta el libro titulado *Nuestro futuro común* a cargo de la doctora Gro Harlem Brundtland; en este documento se define el término de sustentabilidad como una manera de satisfacer las necesidades actuales que presentan las sociedades sin que esto afecte a las generaciones futuras. En 1992 se realizó la cumbre de la tierra o conferencia de las

Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, siendo uno de los mayores éxitos la fundación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en el que se acuerda disminuir la emisión de los gases de efecto invernadero generado por el hombre. En ese sentido en 1997 se genera el Protocolo de Kyoto entre 191 países en la que proponía disminuir las emisiones de gases que producen el efecto invernadero (Suarez, 2014). Por otro lado, Rodríguez-Espíndola et al. (2022) recopilaron respuestas de 165 pymes mexicanas, referente a la economía circular orientada a la sustentabilidad mediante la actividad de reducir, reutilizar y reciclar, aprovechando los subproductos generados por industrias, volviendo eficiente los procesos, en esta línea Pereira et al. (2018) mencionan que la finalidad de la economía circular es producir productos con mayor valor, utilizando menos recursos y evitando productos que puedan dañar el ecosistema (Oliveira et al., 2021). En este contexto aparece la metodología de Sarandón & Flores, (2009) que permite medir la sostenibilidad de un proceso en la que consideraron a la multidimensionalidad de la sustentabilidad, desarrollando indicadores para cada dimensión; considerando que era necesario hacer uso de indicadores fáciles de manejar, y emplearlo como herramienta por parte de los extensionistas, de información verídica. Los indicadores son variables cuantificadas, existen tres tipos de indicadores, de estado actual, de presión (acciones que pueden modificar la variable) y de respuesta, para este método es importante tener en cuenta que se debe trabajar con todas las dimensiones y su respectivo indicador, cabe considerar por otra parte Gallopín (2003) manifiesta que el desarrollo sostenible es un proceso de cambios constantes con el fin de una mejora continua a través del tiempo, dentro de ese marco Zhang et al. (2021) indican que se puede realizar un manejo sostenible en la industria, mediante la reconversión de los residuos en energía a través de una economía circular. También, Cury et al. (2017) y Clifford (2000) manifiestan que los desechos de la industria, pueden generar ingresos económicos, ya que presentan altos porcentajes de compuestos que tienen propiedades antioxidantes como las antocianinas y los carotenoides que son muy importantes para la industria alimentaria, con estos compuestos se podría desarrollar nuevas formulaciones para mejorar la calidad de otros productos, en función a lo mencionado, el reglamento del Decreto legislativo 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Perú en el año 2017 (Gobierno del Perú, 2017), en el que se define al aprovechamiento de un subproducto proveniente de una industria, como, volver a obtener un beneficio de ese residuo en un proceso posterior. En este marco, se ha podido encontrar diversas investigaciones a cerca de los compuestos

bioactivos que poseen los berries. En este marco Durán et al. (2006) señalan que en los subproductos existe presencia de antioxidantes, antocianinas, carotenoides y polifenoles, las cuales se encuentran en mayor concentración en las cáscaras y semillas y que son sustancias responsables del color de la mayoría de las frutas y flores. Por su parte Melo et al. (2015), concluyeron, que los subproductos de berries deben tratarse como una fuente de sustancias bioactivas y que se puede aplicar también en la industria alimentaria y farmacéutica.

Los berries nativos y su composición química

Los berries con los que se ha trabajado en esta investigación se ha obtenido de las localidades cercanas a la ciudad de Chachapoyas, estos berries fueron caracterizados por la Universidad Nacional de Trujillo y su centro taxonómico, quienes han certificado al sauco, arándano, mora y aguaymanto (Universidad Nacional de Trujillo, 2019).

- El arándano en el Perú ha incrementado su producción en 1.5% (MIDAGRI, 2022), la Cámara de Comercio de Lima (2020) indica que en el 2016 la exportación de arándanos se ha incrementado un 63%. Los arándanos poseen una humedad promedio de 83%, 14°Brix, acidez 1.4%, peso 2g, proteína 3.5%, pH 2,9, actividad antioxidante 28% (Pinedo, 2018). Serrano & Valero (2016) mencionan que el arándano puede ser consumido como fruto fresco seco, extractos o alimentos procesados. En este estudio se pudo observar que el arándano está compuesto por 13% de cáscara y semilla y del 87% la pulpa. Este berrie contiene polifenoles, antocianinas, luteína y zeaxantina, posee propiedades para prevenir el cáncer, diabetes y la enfermedad de Alzheimer (Castañeda-Ovando et al., 2009), las antocianinas que son responsables del color rojo, azul muy llamativos que poseen las flores y frutas, las antocianinas poseen antocianidinas (petunidina, cianidina, pelargonidina, delfinidina, peonidina y malvidina) (Camavilca & Leyva 2015); contiene aproximadamente 5000mg/kg de antocianinas, siendo necesario para el ser humano una ingesta alimentaria diaria de 50-60mg/día para que pueda utilizarlo en las actividades rutinarias (Golovinskaia & Wang, 2021). Las antocianinas, poseen propiedades antioxidantes y son susceptibles a reacciones degradantes durante varias operaciones de la unidad de procesamiento (Tarone, 2020), así como polifenoloxidasas en arándanos según lo manifiestan Skrede et al. (2000), que

reportan que se aceleró la destrucción del pigmento de antocianinas en los arándanos triturados debido a la presencia de ácido clorogénico (degrada).

- El sauco está compuesto por antocianinas, quercetina-3-glucósido, quercetina-3-rutinosida y quercetina-3-xilosilglucurínida (Ferreira et al., 2022)
- La zarzamora posee 3,2% de glucosa, 2,9% de fructosa y 0,2% de sacarosa (Astiasarán & Martínez, 2003). Moraes et al. (2020) encontraron 5 tipos de antocianinas (cianidina-3-O-glucósido, cianidina-3-O-xilósido, cianidina-3-O-rutinosido, cianidina-3-O-(6"-malonil-glucósido) y cianidina-3-(6"-dioxalyglucoside)), las antocianinas en las moras se encontraron en un promedio de 4000 mg/kg (Mi et al., 2004), se hallaron además cinco ácidos fenólicos y diez flavonoides, el color oscuro se debe a la presencia de antocianinas, tienen relación con el contenido de pH y acidez (5 y 0,67% respectivamente) cuando más cerca del pH 4 se presenta una tendencia de color azul, es importante considerar el índice de madurez y el manejo poscosecha. Poseen 1,5 de contenido protéico, 0,35% de contenido de lípidos; 0,22% de cantidad de ceniza que está relacionado con el contenido de micronutrientes. Schulz et al (2019) indican que con el avance de la maduración suele ocurrir cambios agradables para el consumo, a mayor índice de madurez se presentan mayores compuestos fenólicos en los que predominan la isoquercetina y quercetina. También Chen et al. (2016) indican que los berries como la mora, poseen polifenoles y una potente actividad antioxidante. Actualmente las antocianinas son autorizadas como aditivos alimentarios, poseen códigos según el país de procedencia como en la Unión Europea (con el código E-163) y los Estados Unidos, en la cual, la Administración de Alimentos y Medicamentos conocido como FDA los incluye como pigmentos de origen natural (Serrano & Valero, 2016).
- El aguaymanto en Amazonas ha aumentado en 17% y se exporta a otros países como Alemania, Sudáfrica y Francia (Sierra y Selva Exportadora, 2021), en la Región Amazonas se ha encontrado en la Jalca, Molinopampa, Leymebamba, Chachapoyas y Huancas (Tejada et al., 2020), en la época de los incas fue preferida en el Valle Sagrado de los Incas, en la región Amazonas en el año 2019 se ha producido 6 toneladas con un precio en chacra de 2.18 soles por kilogramo. Este berry posee un peso promedio de 5g, contiene provitamina A con concentraciones

de vitamina C de 43 a 50mg (Sierra y Selva exportadora, 2021; Oztruk et al., 2017), este berrie posee la quercetina, mircetina y kaempferol como compuesto fenólico, además de fenoles tales como ácido ferúlico, ácido cafeico, ácido p-cumárico, ácido gálico, rutina, luteína, β -caroteno (Yu et al., 2019). Posee propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y anticancerígenas debido a la presencia de metabolitos beneficiosos; esta fruta posee vitamina C (20 - 40 mg/100g), vitaminas del complejo B, lo que le convierte en un excelente aditivo alimenticio (Chagua et al., 2020).

Los subproductos del procesamiento de los berries

Los berries son frutos delicados y se debe proceder a procesarlos en corto tiempo, normalmente generan un 20% a 30% de subproductos, los cuales poseen cantidades importantes de cáscaras y semilla con compuestos bioactivos que podrían ser aprovechados (ODEPA, 2018).

Arroyo (2018), indica que entre las principales empresas exportadoras de pulpa de fruta en el Perú tenemos a Agroselva S.A.C. Y KarFrut S.A.C, algunas empresas que comercializan berries los encontramos en las regiones escritos en la Tabla 1.

Tabla 1. Empresas privadas que comercializan berries en el Perú

Regiones	Empresas
Ancash:	IntipaPeru, Athos, Apuecolonge (además frambuesas)
Arándano	Agrícola La Venta-Ancash , Blue Berries–Ancash
Cajamarca	Villa Andina (arándanos, aguaymanto y frambuesas)
Lima	Agrícola La Venta-Huarmey (arándanos), Blue Berries-Ancash (arándanos), Inca Moss (arándanos), Frutícola La Joyita-Lima (arándanos y frambuesas), Incaberries (arándanos), Miska Farm (aguaymanto), Siembra Perú (frambuesas y arándanos), El Emporio (fresas y frambuesas)
Lambayeque	Agrícola Beta (arándanos y frambuesas)
La Libertad	Greem Perú (arándanos), Best Berries (arándanos)
Arequipa	Frutícola La Joyita (arándanos y frambuesas), Asprobe (aguaymanto)
Cusco	Andina Industrias (aguaymanto), Misky (aguaymanto)
Junín	Green Box (aguaymanto), Ecoandino (aguaymanto)
Ica	Agrícola Los Médalos (arándanos)
Ayacucho	Asociación de Productores APU (aguaymanto)
Huánuco	Andean Roots (arándanos)

También, en el Perú la empresa MEBOL SAC y MEBOL GF SAC se dedican a la transformación de Frutas y Hortalizas – Congeladas, cuenta con un calendario de producción de arándano de julio a noviembre, la empresa MEBOL tiene sedes en Chancay: Chancay_ MEBOL GF y Lima: MEBOL SAC e INDUSTRIAS ALIMENTARIAS MEBOL SAC (<https://www.iamb.pe/>), cuyos informes se resumen a continuación:

Tabla 2. Rendimiento: MEBOL S.A.C. y MEBOL GF S.A.C.

Ciudad	% Desecho	Fruta	Residuos Tn/día	Producción Tn/día	Rendimiento
Chanca	8%	Arándano	2 a 4	50	90%
Lima y	8%	Arándano	1 a 3	30	90%

Tabla 3. Rendimiento: IAMB S.A.C.

Fruta	Rendimiento	Pérdida producción en línea	Merma
Sauco	95%	1%	4%
Zarzamora	98%	-	2%
Aguyamanto	90%	1%	9%

Estas cantidades de desecho que se obtiene de la industria del procesamiento de frutas ha sido de principal interés para realizar esta investigación debido a que se puede buscar alternativas para realizar un aprovechamiento sostenible de los subproductos para elaborar derivados lácteos de buena calidad.

Antioxidantes naturales

Antocianinas

Característico de los colores azulado, rojo y/o violeta de muchos frutos y flores (Camavilca & Leyva, 2015). Se les considera como los pigmentos de mayor importancia después de la clorofila (Tarone et al., 2020). Las antocianinas son glúcidos de antocianidinas que se integran a la familia de los flavonoides, las antocianinas están constituidas estructuralmente por dos anillos aromáticos (A y B). Cuando existen cambios en la estructura del anillo B dan paso a seis antocianidinas (Castañeda et al., 2008).

Los antocianos que mayormente se encuentran en las frutas son: 3-monoglucósidos de cianidina (cianidina-3-arabinósido, cianidina-3-galactósido), delphinidina, peonidina, pelargonidina malvidina y petunidina (Elisia et al., 2007).

El poder antioxidante de las antocianinas se debe a que generan una reacción con los radicales libres como los del grupo OH (hidroxilo) y el grupo O₂ (superóxido) (Denardin et al., 2015), por otro lado, los radicales libres son un tipo de moléculas que se encuentran inestables debido a que les falta completar su electrón, razón por la cual empiezan a atacar a las proteínas, carbohidratos, grasas y ADN del cuerpo, esto origina un efecto oxidativo que deteriora a las células, en este sentido podemos entender que en el momento en que un radical reacciona con una molécula, ésta molécula que resulta de esa reacción pasa a ser un radical libre nuevo, que irá en busca de completar su electrón, originándose nuevamente la situación inicial, esto genera perjuicio en los tejidos, y es el motivo de que aparezcan enfermedades en el cuerpo, de esta manera produce una reducción de la calidad de vida. Sin embargo, esta situación originada por los radicales libres se puede controlar, prevenir o incluso neutralizar, por una serie de sustancias denominadas antioxidantes; nuestro propio cuerpo genera radicales libres para usarlo como defensa en la eliminación de bacterias, control de musculatura, regulación de la actividad de los órganos, etc. (Cardona et al., 2004)

Por otro lado, las antocianinas generalmente tienen una deficiencia de electrones en su estructura, esto origina que sean muy reactivas en presencia de los radicales libres presentes en los tejidos, por lo tanto, pueden ser utilizados como fuente natural de antioxidantes, pues pueden arrebatarse radicales libres en sistemas biológicos, además tienen la facultad de entregar o regalar hidrógenos (Wang & Xu, 2007) o electrones a los radicales libres o también enganchar y trasladar hacia su estructura aromática (Cardona et al., 2004; Wang 2007) mencionan que los frutos que poseen antocianina tienen alta actividad antioxidante frente a los radicales libres y además poseen una característica hidrosoluble; por este motivo se debería incorporar a los alimentos. Teniendo especial consideración al realizar los procesamientos tecnológicos para no disminuir la actividad antioxidante natural (Connor et al., 2002).

Machado et al. (2015) mencionan que la temperatura mayor a 60 °C genera una degradación cinética de primer orden de las antocianinas. En la extracción de antocianinas de frutos de grosellas negras, Paunović et al. (2017) investigaron el efecto de la

temperatura de extracción, obteniendo los mayores rendimientos entre 30 y 35°C. (Mikulic-Petkovsek et al., 2017) estudiaron la concentración de antocianinas en 4 especies de berries para lo cual lo almacenaron por un periodo de 84 días, lo expusieron a 5°C y 35 °C, reportaron que el incremento de temperatura generaba deterioro de las antocianinas. En este sentido, Auzanneau et al. (2018) encontraron resultados similares al exponer a una temperatura de 0°C a 70°C antocianinas extraídas previamente del salvado de sorgo. Por su parte, Wang & Xu (2007) realizaron una evaluación de cinética de degradación de antocianinas de arándanos (*Viburnum opulus*) almacenado y sometido a 2°C y 75°C, este estudio reportó degradación evaluada con una ecuación de primer orden, reportando además que la mayor degradación se produjo cuando más lenta era la temperatura. En este marco You et al. (2011) compararon perfiles fitoquímicos de 4 variedades de berries azules respecto a su capacidad antioxidante, notificó aproximadamente 13 entre ellas cianidina (Cy) 50%, delphinidina (Dp) 12%, pelargonidina (Pg) 12%, peonidina (Pn) 12%, malvidina (Mv) 7% y petunidina (Pt) 7%) de las 550 antocianinas individuales que existen y siete fenólicos libres especies de antocianina que se encuentran en las pieles de los frutos, es autor indica que los valores del contenido de polifenoles totales (TPC) oscilaron entre 300 y 384 mg GAE/100 g, que fueron consistentes con el rango informado de 270–929 mg GAE/100 g para el arándano Rabbiteye. Shen et al. (2014) investigaron extractos de arándanos mediante el método Folin-Ciocalteu, concluyendo que el extracto puede controlar microorganismos patógenos y sugieren realizar estudios para utilizar arándano como agente antimicrobiano. Por su lado, Gasparini et al. (2017) aislaron antocianinas de capulí mediante maceración en metanol-ácido acético y métodos cromatográficos y de espectrometría de masas y Resonancia Magnética Nuclear, los mayores valores se obtuvieron de aquellos extractos almacenados en condiciones ácidas (pH 3) y en ausencia de aire y luz.

Carotenoides

Otro de los compuestos importantes en el presente estudio, son los carotenoides, también conocido como tetraterpenoides, son moléculas que poseen cuarenta átomos de carbono, son responsables de los colores amarillo, naranja y rojo de ciertas plantas debido a sus propiedades de coloración. Posee efecto antioxidante debido a la estructura de enlaces simples y dobles. Un ejemplo de los carotenoides son los betacarotenos y el licopeno, por lo general, la mayoría de ellos son de naturaleza lipofílica, lo que significa que son

solubles en disolventes orgánicos como el alcohol, cloroformo, éter etílico, acetato de etilo y acetona, y son insolubles en agua. Por lo tanto, el mejor solvente orgánico para disolver los carotenos es el éter de petróleo, hexano o tolueno (Rodríguez-Amaya & Kimura, 2004).

Los carotenoides se degradan en presencia de luz, de temperaturas altas y del aire; esto por efecto de su estructura en su molécula, por lo que Cornejo (2011) recomienda realizar trabajos de investigación teniendo en cuenta estas consideraciones. Santizo (2004) recomienda realizar deshidratación de las muestras de tejido vegetal con etanol o metanol seguido de una filtración para obtener una solución transparente, una vez deshidratado el tejido se debe realizar la extracción del carotenoide con solvente apolar.

Aditivos alimentarios

Actualmente se está utilizando los berries como aditivos alimentarios naturales ya que posee condiciones de coloración, así como los arándanos contienen antocianinas, además posee capacidad antioxidante, estas al ser usadas como colorantes alimentarios, impactan sobre las características sensoriales de los alimentos y tienen importancia en la salud (Denardin et al., 2015). En ese sentido, Yildiz et al. (2021) analizaron componentes del jugo de berries por 42 días a 4°C, con diferentes tratamientos de conservación en los que no se encontraron diferencias significativas para los grados Brix ($p > 0,05$), mientras que la acidez y el pH de las muestras variaron durante el período de almacenamiento ($p < 0,05$), por lo que concluyeron que es una buena opción para extender la vida útil y mejorar sus características fitoquímicas. La incorporación de fórmulas con compuestos de origen vegetal, tienen la propiedad de reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas, cáncer y diabetes, debido a la presencia antioxidantes como son las antocianinas y los carotenoides (Serafini et al., 2009). En esta sintonía Lorenzo et al. (2018) realizaron una investigación sobre la manera de retardar la oxidación en carnes utilizando antioxidantes sintéticos con estructuras fenólicas (por ejemplo, hidroxitolueno butilado) concluyendo que se debe considerar la creciente demanda de los consumidores por aditivos alimentarios naturales, en ese sentido consideran que los berries son una buena fuente de compuestos fenólicos como ácidos hidroxibenzoicos, proantocianidinas, antocianinas, flavonoles, flavones y carotenoides. Los berries que poseen compuestos antioxidantes son utilizados como antiinflamatorios,

además son capaces de prevenir la oxidación durante el almacenamiento incrementando la vida útil de los productos con los que se combina.

Diversos estudios sobre mejorar la calidad de vida de los seres humanos, ha impulsado el desarrollo de nuevas tecnologías más sostenibles y procesos más eficientes que prolongan la vida útil de diversos productos alimenticios sin comprometer sus características organolépticas y nutricionales, garantizando así la seguridad alimentaria, un recurso que se está utilizando es la incorporación de ingredientes naturales con concentraciones importantes de compuestos activos que pueden inhibir o retardar el crecimiento de microorganismos y reacciones químicas responsables del final de la vida útil del alimento (Miazaki et al., 2022).

En el artículo 61 del Decreto Supremo 7-2017 del MINAGRI indica que se prohíbe la adición de colorantes en productos lácteos en cualquiera de las etapas de producción , exceptuando los permitidos por el CODEX alimentario de leche y productos lácteos (FAO, 2011). Los carotenoides se encuentran considerados como aditivos colorantes vegetales naturales; beta-carotenos, vegetales que si pueden ser utilizados en una proporción de 600 mg/kg de producto (Davies & Boley 1984), en este contexto, los estudios epidemiológicos han sugerido el consumo de alimentos ricos en polifenoles debido a las propiedades de prevención de enfermedades crónico-degenerativas, así también lo manifestaron (Yang, 2001; Lapidot, 1999).

Actualmente existe interés por el uso de colorantes naturales en la industria alimentaria, en este sentido, Salinas et al. (2005) investigaron sobre la extracción y uso de pigmentos naturales del grano de maíz (*Zea mays* L.) como colorantes para agregarlos al yogur, reportaron que en los primeros 10 días se reportaron cambios significativos en el color de estos yogures evaluados generado por la disminución del color rojizo.

(Gençdağ, 2022) indica que es necesario colorear alimentos de bajo pH con colorantes naturales como las antocianinas obtenidas de frutas disponibles de temporada, que posean características sensoriales llamativas.

En la actualidad existe preferencia por colorantes no sintéticos, estos a su vez presentan características de inocuidad, poder antioxidante buenas características de olor, color y sabor, esto genera propiedades excelentes en los alimentos en los que se incorporan; las industrias alimentarias están restringiendo el uso de varios colorantes sintéticos debido a

que producen enfermedades de alergia y ciertos tipos de cáncer (Alagusundaram & Chetty, 2010); enfermedad inflamatorias y enfermedades relacionadas con la edad degeneración macular (Tee & Lim, 1991).

Derivados lácteos

En cuanto a los derivados lácteos, FAO (2011) señala que el queso es obtenido por la coagulación y separación de suero de la leche, de la nata, de la leche parcialmente desnatada, como lo indica también Astiasarán & Martínez (2003) por una mezcla de estos mediante el uso del cuajo que genera un desuerado (Chamorro & Losada, 2002). Mientras que el yogur fue descubierto por accidente cuando los pueblos nómades trasladaban la leche en bolsas elaboradas de la piel de cabra, por calor y contacto con este envase ocurrió una alteración biológica, las bacterias se multiplicaban y daban como resultado una leche fermentada de característica semisólida y coagulada (Muhamad et al., 2018), esta fermentación permitía que la leche se conservara más tiempo generando una serie de características agradables para el consumidor (Paucar, 2014). El nombre yogur nace en Turquía, denominado yugurut ei dahi (Condony et al., 1988), según el CODEX menciona que la leche fermentada es un producto lácteo obtenido por la acción de microorganismos adecuados, a los cuales se les realiza un cultivo simbiótico de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subesp. *bulgaricus*. que son responsables de otorgarle características adecuadas al yogur (Hanafi, 2022). En un estudio sobre el yogur, Liu et al. (2022) identificaron 27 ésteres en el yogur, 27 alcoholes, 22 cetonas, 16 ácidos, 15 aldehídos, 5 sulfuros y otros 5 compuestos que otorgan el olor característico del yogur; además detectaron por primera vez la presencia de acetofenona y el acrilato de butilo como los principales compuestos activos del yogur.

En caso de los helados, el Instituto nacional de defensa de la competencia y de la protección de lapropiedad intelectual INDECOPI (2012), indica que son productos alimenticios que presenta un estado sólido debido a la congelación, posee alto contenido de grasa. El helado tiene propiedades como la viscosidad del cual depende el tiempo de batido y la distribución uniforme de la estructura interna de los componentes (Roy et al., 2022). Ayudan en la correcta incorporación de aire y controlan el rendimiento de la mezcla, proporcionando las propiedades deseadas de firmeza y sequedad (Abrate, 2017), para ello es necesario agregar estabilizantes como el CMC (carboximetil celulosa), que es un ligante del agua, es soluble en frío y en caliente, es un agente de suspensión esto

permite retrasar el índice del derretimiento y producen una textura más suave al ser consumido (Wong, 2017)

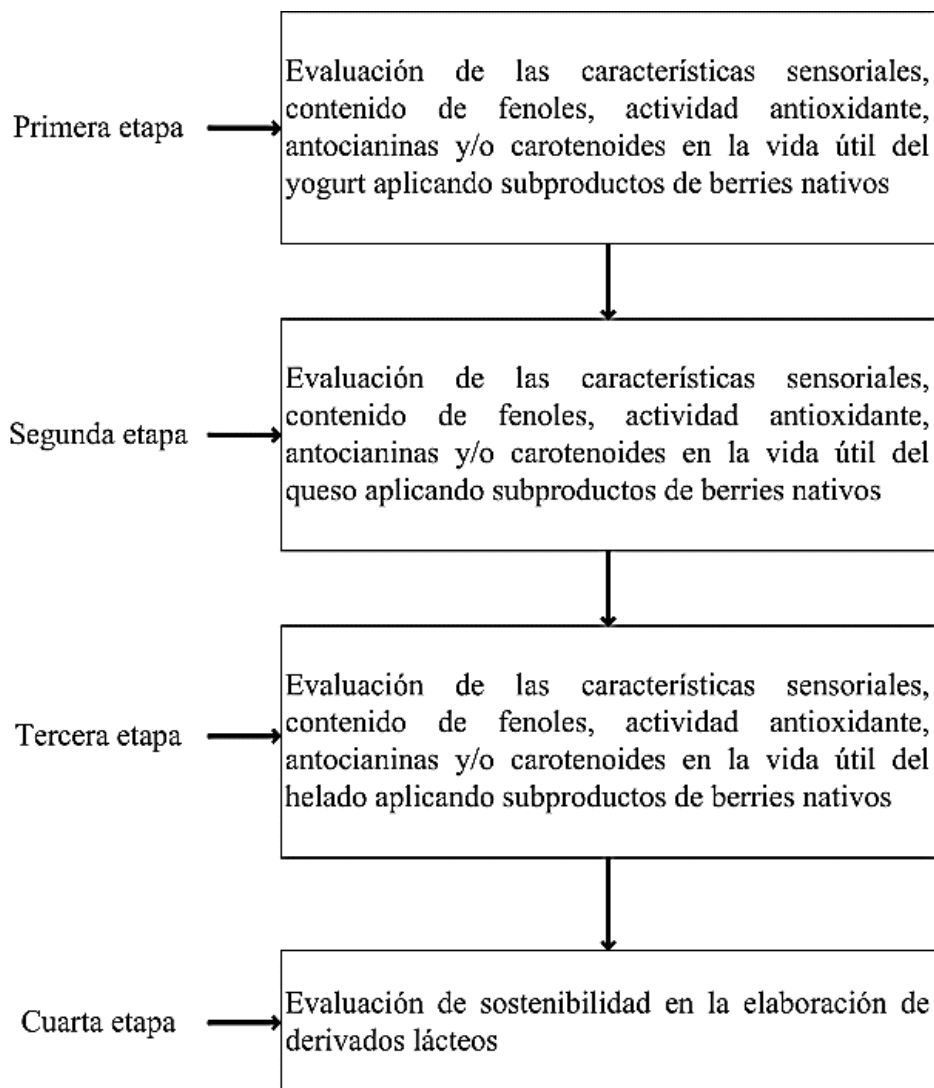
En caso del helado podemos encontrar que es un alimento con un sabor dulce y que se consume en estado congelado. Es una mezcla que contiene aire entre otros componentes, que le confieren calidad al producto, como propiedades fisicoquímicas como pH y acidez titulable, el índice de derretimiento y el overum. Por otro lado, el índice de derretimiento es un factor importante en dos formas: su fusión en la boca durante el consumo y el derretimiento relacionado con el almacenamiento a temperaturas cálidas. Ocurren dos fenómenos la fusión de los cristales de hielo y el colapso de la estructura espumosa estabilizada por la grasa. El helado funde por completo cuando la espuma estabilizada por los glóbulos grasos colapsa. A medida que el calor penetra en el helado y el hielo se derrite (eliminación de calor latente), el agua del hielo derretido debe difundirse y drenar por medio de las estructuras que se utilizará para evaluar este fenómeno mediante la prueba de derretimiento. Algunos helados se derriten y fluyen completamente a través de la malla, dejando sólo residuo restante, mientras que otros helados de crema colapsan sólo ligeramente, dejando una estructura casi intacta, restante en la malla (Ram et al., 2010).

Dentro de este orden de ideas, se planteó esta investigación, que tuvo como objetivo general aprovechar subproductos de berries nativos para elaborar derivados lácteos, para lo cual se realizó las siguientes actividades: Se evaluó las características sensoriales, el contenido de antocianinas y carotenoide en la vida útil del yogur, queso y helado aplicando subproductos de berries nativos; además se evaluó la sostenibilidad en la elaboración de derivados lácteos.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se ha realizado en cuatro etapas como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Flujograma de las etapas de investigación



A continuación, se detalla el procedimiento realizado:

a. Análisis de los berries nativos

La zarzamora (*Rubus* spp), sauco (*Sambucus peruviana* Kunth.) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) fueron recolectadas en la provincia de Luya; y el cultivo del arándano (*Vaccinium floribundum* Kunth) se recolectó del distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas, los que posteriormente se almacenó en

la planta piloto Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, en un congelador a -18°C, se realizó los análisis de:

- Índice de madurez: Se utilizó la siguiente formula (Hossain et al., 2021):
$$IM = (\text{°Brix} / \text{Acidez total ácido cítrico}) \quad \text{Ec (1)}$$
- Sólidos Solubles Totales (°Brix): Para realizar este análisis se utilizó el método refractométrico (AOAC, 2016) 932.12 citado por Codex et al. (2019) y se utilizó un refractómetro marca Brix/ATC modelo HPD003.
- Determinación de Acidez titulable
La acidez titulable se evaluó utilizando el método 947.05 de la AOAC (2016) citado por Codex (2019), utilizando un álcali y los resultados se expresaron en términos de ácido cítrico en porcentaje.

Fórmula:

$$\%Ac = \frac{V \text{ (mL)} \times N \times \text{Meq (ac. Cítrico)}}{\text{peso (g)}} \times 100 \dots \text{Ec (2)}$$

- Determinación de pH
Con esta prueba se cuantificó la concentración (ácido débil o fuerte) de la muestra, mediante el uso de un potenciómetro (Hanna Instruments, Modelo H1221, Woonsocket, Estados Unidos)

Luego de estos análisis de la materia prima, se realizó la obtención de los subproductos es decir la cáscara y semilla del berrie, utilizando un homogeneizador por dos minutos, luego se procedió a separar el subproducto, para colocarlo en tubos de plástico de 50 mL de capacidad y se colocó en una ultracongeladora a -80°C para luego realizar el proceso de liofilización.

A continuación, presentamos la figura 2 en la que se puede observar los berries en estado fresco (2a) y los subproductos (cáscara y semilla) de los berries en estado liofilizado (2b).

Figura 2. Los berries evaluados

2a. Berrie en estado fresco

2b. Subproducto de berrie en estado liofilizado



b. Proceso de liofilización

Este proceso se llevó a cabo en el laboratorio de FISIOVET y el laboratorio de Poscosecha de la UNTRM; las muestras ultracongeladas se colocaron en el liofilizador de marca LABCONCO serie 171150371 y LABCONCO serie 71040, en el cual se dejaron por un espacio de 72 horas con la finalidad de conservar las propiedades de calidad.

c. Preparación del extracto de berries liofilizados para análisis de materia prima

Los extractos de berries liofilizados fueron obtenidos conforme lo refiere Wong-Paz et al. (2017) con algunas modificaciones. Se pesaron 0,5 g del subproducto liofilizado y se agregó 9,5mL de una solución de etanol y agua ultra pura (50:50v/v). Se sometió a agitación durante 2 min con la ayuda de un vortex a temperatura ambiente, posteriormente se dejó por 30 minutos en un ambiente oscuro y luego se centrifugó por 30 minutos a 5000 rpm, el sobrenadante se recogió en tubos de vidrio con tapa rosca y protegidos con papel aluminio. Posteriormente se dejó en refrigeración a 4°C hasta el momento de la realizar los análisis posteriores.

d. Análisis fisicoquímico de la leche

d.1.Acidez titulable

Se determinó mediante una titulación ácido-base, con una bureta, se colocó 3 gotas de fenolftaleína como sustancia indicadora y como titulante se agregó lentamente hidróxido de sodio (0,1N) (Ram, 2012), el resultado se expresó en términos de ácido láctico (%).

d.2. Sólidos totales

Se determinó con un refractómetro marca Brix/ATC modelo HPD003.

d.3. pH

Se determinó con un potenciómetro (Hanna Instruments, Modelo HI221, Woonsocket, Estados Unidos) que mide el potencial de hidrógeno (Ram, 2012).

2.1. Elaboración de yogur con subproductos de berries liofilizados

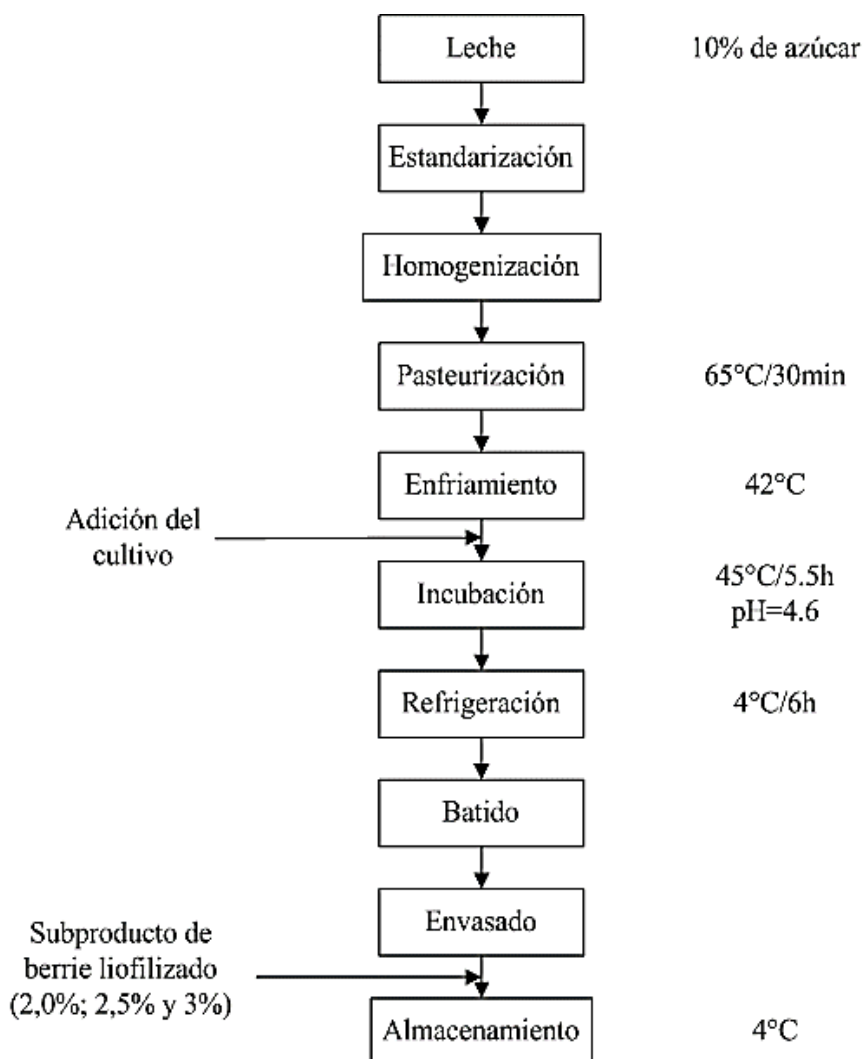
En la primera etapa se elaboró el yogur con los extractos secos de los berries y se realizó un análisis fisicoquímico, análisis de compuestos funcionales, evaluación de las características sensoriales y la vida útil.

a. Formulación del yogur

El yogur se formuló aplicando las buenas prácticas de manipulación (BPM) y las normas de sanidad e inocuidad de alimentos establecidos por la Dirección general de salud ambiental (Gonzales & Puente, 2017). Se utilizó cultivos lácteos de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, en este sentido cada especie de bacteria estimula el crecimiento de la otra bajo condiciones definidas de tiempo y temperatura óptimas para su desarrollo y actividad microbiológica, obteniendo como producto de metabolismo, una textura cremosa característica y ligero sabor ácido por la transformación de la lactosa en ácido láctico. El proceso de producción del yogur se detalla a continuación:

- Luego de los análisis de calidad, se procedió a calentar la leche para añadir azúcar cuando estuvo a una temperatura de 55°C, luego se incrementó la temperatura para pasteurizar la leche a 65°C por 30 minutos.
- Posteriormente se procedió a enfriar hasta 42°C y se adicionó el cultivo, luego se incubó a 42°C por 5 horas con 30 minutos, hasta obtener un pH de 4,6.
- Se refrigeró a 4°C aproximadamente durante 6 horas
- Se realizó un batido suave y en esta etapa se agregó el subproducto del berrie liofilizado de mora, aguaymanto, sauco y arándano en una concentración de 2.0%, 2.5% y 3.0%. Tomando referencia de Nemetz et al. (2021) quienes agregaron 2% de baya seca, además Amadarshanie et al. (2022) agregaron 3,0; 3,5 y 6 % de extracto seco de flor.
- Se envasó y refrigeró a 4°C hasta realizar el análisis sensorial para determinar cuál de todos los sabores es más agradable para el consumidor.

A continuación, se presenta el flujograma del proceso de elaboración de yogur
 Figura 3. Flujograma para la elaboración del yogur



Fuente: Adaptado del manual de prácticas de tecnología de lácteos (Torres, 1995)

A continuación, se presenta la tabla de formulación del yogur

Tabla 4. Formulación del yogur con subproductos de berries liofilizados

Ingredientes	Cantidad
Leche (L)	10
Azúcar	10%
*Subproductos de berries liofilizados	2%; 2,5% y 3%
Cultivo activado	10%

*El subproducto liofilizado de los berries liofilizados, se agregaron de manera directa

b. Evaluación sensorial del yogur

El análisis sensorial se realizó utilizando la metodología para pruebas afectivas de medición del grado de satisfacción, por medio de una escala hedónica de nueve puntos: 1) Me disgusta extremadamente, 2) Me disgusta mucho, 3) Me disgusta moderadamente, 4) Me disgusta levemente, 5) Ni me gusta ni me disgusta, 6) Me gusta levemente, 7) Me gusta moderadamente, 8) Me gusta mucho y 9) Me gusta extremadamente (Espinosa, 2007).

Se midió los atributos de apariencia, aroma, sabor y consistencia tal como lo menciona Espinosa (2007) y Hough & Fiszman, (2005). Para alimentos líquidos el volumen recomendado es de 15mL por panelista (Hernández, 2005). Intervinieron 35 panelista no entrenados.

Posteriormente se realizó la formulación del yogur con subproducto de berrie (YCB) que obtuvo mayor aceptación (yogur de aguaymanto) y también se elaboró un yogur patrón es decir sin la adición del ningún subproducto liofilizado de berrie (YSB), se realizó análisis fisicoquímico, cada 8 días durante 48 días.

c. Análisis físico químico del yogur

c.1. Determinación de pH y acidez titulable

El YCB y YSB se evaluaron utilizando un potenciómetro (Hanna Instruments, Modelo H1221, Woonsocket, Estados Unidos) previamente calibrado con tampones estándar de pH 4 y pH 7. La acidez titulable se midió mediante la norma AOAC (2005), para lo cual, se mezclaron 10 g de cada muestra de yogur con 75 mL de agua destilada y se tituló con NaOH 0,1 N utilizando fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresaron como % de ácido láctico.

c.2. Determinación de carotenoides

Se utilizó el método descrito por Campestrini *et al.* (2019) adaptado de Takahata *et al.* (1993), para ello se pesó una muestra de yogur (10g) y se colocó en un tubo de ensayo, luego, se agregaron 10 mL de ácido clorhídrico 4N y la mezcla se agitó con vórtex durante 2 min como lo describe de Campo *et al.* (2019b). Se agregó acetona (5mL) y éter de petróleo (10mL) mediante agitación en vórtex durante 5 min, hasta la ausencia de color en las muestras de yogur de Campo *et al.* (2019b) . Luego se agregó 10 mL de una solución saturada de NaCl, se centrifugó a 4°C durante 10

minutos, posteriormente se recogió el sobrenadante y se realizó la lectura en el espectrofotómetro UNICO, S-2100uv+E, México a 450nm y 470nm para betacaroteno y licopeno, respectivamente. El contenido carotenoides totales se estimó a partir de una curva estándar ($y = 0.045X + 0.0375$, $R^2 = 0.9948$) y los resultados se expresaron como microgramo de betacaroteno equivalente $\mu\text{gEBC/g}$ de yogur de Campo et al. (2019b).

c.3. Preparación del extracto de YCB y YSB

En dos tubos por separado se pesaron 1g del YCB y YSB, con 9mL de metanol, se sometió a agitación durante 2 min mediante un vortex VWR modelo 945301 a temperatura ambiente, posteriormente se dejó reposar por 30 minutos en un ambiente oscuro, y luego se centrifugó en una centrífuga MPW251 MEDINSTRUMENTS por 30 minutos a 5000 rpm, el sobrenadante se recogió en tubos de vidrio con tapa rosca y fueron protegidos con papel aluminio. Posteriormente se dejó en refrigeración a 4°C hasta el momento de los posteriores análisis.

c.4. Determinación de compuestos fenólicos

Se realizó según el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, el cual es descrito por Al-Duais et al. (2009) con algunas modificaciones, en este sentido, en cada tubo de ensayo se pipetearon 50 μl de los extractos de YCB y YSB descritos anteriormente, se agregó 2,5mL de Folin-Ciocalteu a una concentración del 10% en agua ultra pura, posteriormente, se colocó 2mL de solución acuosa de carbonato de sodio al 7,5%. Luego se midió la absorbancia a 750 nm en un espectrofotómetro UNICO, S-2100uv+E, México. El contenido fenólico total se estimó a partir de una curva estándar de ácido gálico ($y = 0.045x + 0.0375$, $R^2 = 0.9948$) y los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico (GAE) /mL de yogur.

c.5. Determinación de actividad antioxidante

Para la formación de la curva de calibración se hizo con una solución estándar Trolox (2000 μM) adaptado de Rufino et al. (2007); para ello, se disolvió 25mg de Trolox aforado en 50 mL, e alcohol etílico, siendo usado el mismo día del análisis,

luego se preparó 5 tubos de ensayo de 10mL con concentraciones de 100 μ M a 2000 μ M.

Para 2, ácido 2'-Azino-Bis-3-Ethylbenzothiazoline-6-Sulfonic (ABTS), el procedimiento siguió el método de Shen et al. (2014) con modificaciones; el catión radical ABTS (ABTS +) se origina por la reacción de 5 mL de solución acuosa de ABTS (7 mM) con 88 μ l de 140 Mm (a una concentración de 2,45 mM) con persulfato potásico. Este compuesto se guardó en un ambiente oscuro por 16 h, inmediatamente se adicionó etanol una cantidad adecuada para poder obtener una lectura de absorbancia comprendida entre 0,7 \pm 0,05 unidades a 734 nm utilizando un espectrofotómetro. Se agregó 30 μ l de extractos de YCB y YSB y se mezcló con 3mL de ABTS preparado anteriormente, se dejó reposar 6 minutos en oscuridad y se hizo la lectura a 734 nm en el espectrofotómetro. Los resultados se expresaron en micromoles de equivalentes de Trolox μ MTE/mL de yogur.

Para el método del DPPH se siguió el procedimiento De Souza et al. (2014). Al reactivo DPPH se adicionó etanol para diluir y obtener una absorbancia de 0,7 \pm 0,02 unidades a 517 nm. Para 100 μ L de extractos de YCB y YSB, se colocaron 3.9 mL del radical DPPH en solución y se colocó en un ambiente oscuro por un periodo de 30 minutos; posteriormente en un espectrofotómetro se realizó la lectura a 517nm. Los resultados estuvieron indicados como micromol equivalente de trolox (μ MTE/g de muestra). Para ambos casos se estimó a partir de una curva estándar Trolox ($y=-0.0003x+0.7605$, $R^2=0.9801$) y los resultados se expresaron como μ MTE/mL de yogur.

c.6. Determinación de la sinéresis

Se centrifugó 20g de yogur por 10minutos a 4°C en una centrífuga refrigerada modelo 5810R. Se recogió el sobrenadante, se pesó y se expresó la sinéresis de acuerdo con la ecuación (Eq.(2)) (De Campo et al., 2019):

$$\text{Sinéresis} = \frac{\text{Peso total del líquido separado}}{\text{Peso total del yogur}} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

c.7. Determinación de viscosidad

Para determinar la viscosidad de las muestras de yogur se midió en un reómetro modelo Anton Paar (MCR 92, Austria). Se utilizó un cilindro concéntrico (26 mm

x 34 mm). Para lo cual las muestras se sometieron a un pre-cizallamiento a 200 s^{-1} durante 1 min y posteriormente una velocidad de cizallamiento que varía de 0,01 a 200 s^{-1} y de 200 a $0,01\text{ s}^{-1}$. El yogur se ubicó en el cilindro concéntrico y el reómetro se ajustó a una temperatura de 4°C . El proceso de evaluación se realizó siguiendo el procedimiento de Campo et al. (2019a) con algunas modificaciones, cada evaluación se realizó por triplicado.

c.8. Estudio de la vida útil del yogur

Para estimar la vida útil se evaluó el yogur por un periodo de 48 días, con una temperatura de almacenamiento de 4°C , esta evaluación se realizó mediante la ecuación de primer orden (Campo et al., 2019c). Teniendo en cuenta la degradación del carotenoide y los valores de acidez del yogur.

2.2. Elaboración del queso con subproductos del berrie liofilizado

En la segunda etapa se elaboró el queso con los extractos secos de los berries y se realizó un análisis fisicoquímico, análisis de compuestos funcionales, evaluación de las características sensoriales y la vida útil.

a. Formulación del queso

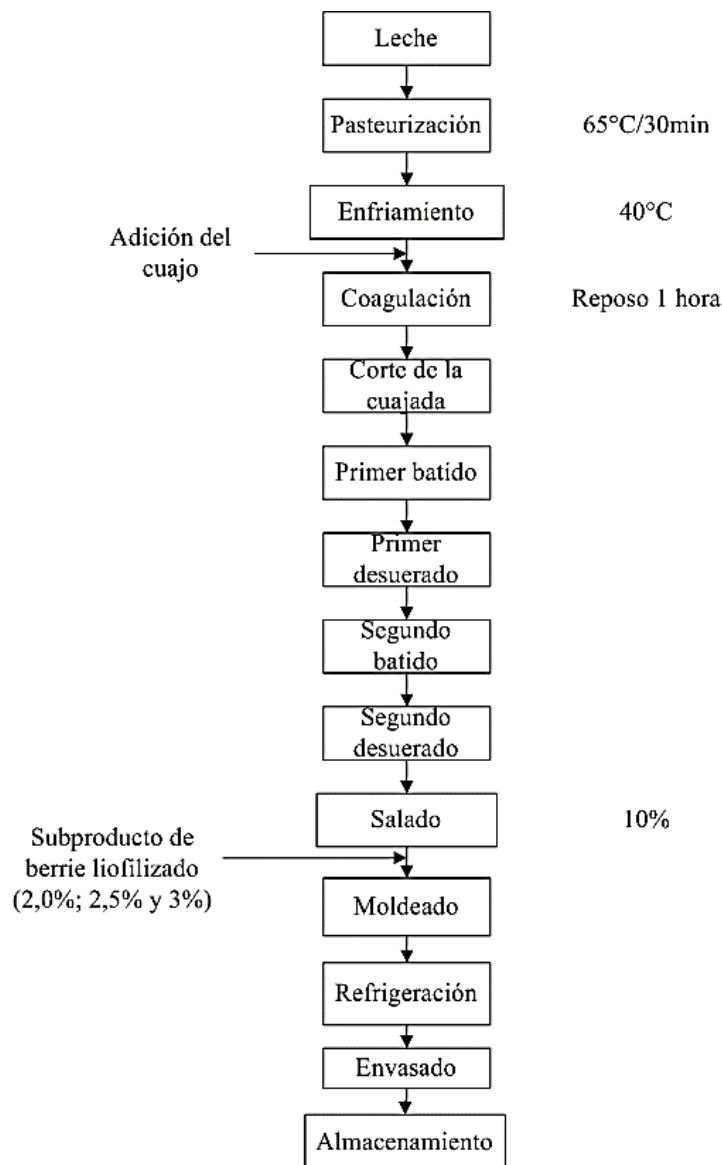
El queso se elaboró teniendo en cuenta las recomendaciones del Reglamento de leche y productos lácteos del Ministerio de Agricultura Decreto Supremo-004-2022 (Agricultura, 2022; NTP, 2016, FAO, 2011) que es la norma general del CODEX para el queso (Alimentarius, 1978). El procedimiento se detalla a continuación.

- Se realizó una evaluación preliminar de calidad de la leche
- Se pasteurizó la leche a 65°C durante 30 minutos
- Se enfrió la leche a 40°C
- Se adicionó el cuajo y se realizó el primer batido.
- Se dejó reposar la leche por una hora.
- Se realizó el corte de la cuajada en cuadraditos de 1 cm^2 .
- Se realizó el primer desuerado por 20 minutos.
- Se agregó agua a temperatura de 40°C
- Se realizó un segundo batido y se esperó 20 minutos para volver a realizar el segundo desuerado
- Se agregó 10% de sal, los berries liofilizados y se procedió a moldear.

- Se refrigeró a 4 °C hasta realizar el análisis sensorial para determinar cuál de todos los sabores es más agradable para el consumidor.

A continuación, se presenta el flujograma de la elaboración del queso.

Figura 4. Flujograma del proceso de elaboración de queso fresco



Fuente: Adaptado del manual de prácticas de tecnología de lácteos (Torres, 1995)

A continuación, se presenta la tabla de formulación del queso

Tabla 5. Formulación del queso con subproductos de berries liofilizados

Ingredientes	Cantidad
Leche (L)	20
Cloruro de calcio	0.002%
Sal	1%
*Subproductos de berries liofilizados	2%, 2.5% y 3%

*El subproducto liofilizado de los berries se agregaron de manera directa

b. Evaluación sensorial del queso

El análisis sensorial se realizó utilizando la metodología para pruebas afectivas de medición del grado de satisfacción, mediante una escala hedónica de nueve puntos: 1) Me disgusta extremadamente, 2) Me disgusta mucho, 3) Me disgusta moderadamente, 4) Me disgusta levemente, 5) Ni me gusta ni me disgusta, 6) Me gusta levemente, 7) Me gusta moderadamente, 8) Me gusta mucho y 9) Me gusta extremadamente; con los cuales se midió los atributos de apariencia, aroma, sabor y consistencia tal como lo menciona Espinosa, (2007) y Hough & Fiszman, (2005). Para alimentos sólidos el volumen recomendado es de 5g por panelista (Hernández, 2005). Intervinieron 37 panelista no entrenados.

Una vez obtenido los resultados del análisis sensorial, se procedió a elaborar queso con el berrie de mayor aceptación por los panelistas. Posteriormente este queso fue evaluado por un lapso de 8 días.

c. Análisis fisicoquímico del queso

c.1. Determinación de pH y acidez titulable

El queso se evaluó utilizando un potenciómetro (Hanna Instruments, Modelo H1221, Woonsocket, Estados Unidos) previamente calibrado con tampones estándar de pH 4 y pH 7. La acidez titulable se analizó según (AOAC, 2005) Para el análisis, se mezclaron 10 g de cada muestra de queso triturado con 75 mL de agua destilada y se tituló con NaOH 0,1 N utilizando fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido láctico.

c.2. Determinación de carotenoides

Se realizó utilizando el método descrito por Campestrini et al. (2019) adaptado de Takahata et al. (1993), con algunas modificaciones; para ello se pesó una muestra de queso (10g) y se colocó en un tubo de ensayo, luego, se agregaron 10 mL de ácido clorhídrico en una concentración de 4N y la mezcla se agitó con vórtex durante 2 min como lo describe de Campo et al. (2019a). Luego se agregó acetona (5mL) y éter de petróleo (10mL) mediante agitación en vórtex durante 5 min, hasta la ausencia de color en las muestras de queso. Luego se agregó 10 mL de una solución saturada de NaCl, se centrifugó a 4°C durante 10 minutos, posteriormente se recogió el sobrenadante y se realizó la lectura en el espectrofotómetro UNICO,

S-2100uv+E, México a 450nm y 470nm para carotenoide y licopeno respectivamente. El contenido carotenoides totales se estimó a partir de una curva estándar ($y = 0.045X + 0.0375$, $R^2 = 0.9948$) y los resultados se expresaron como microgramo de betacaroteno equivalente $\mu\text{gEBC/g}$ de queso.

c.3. Preparación del extracto de QCB y QSB

En dos tubos por separado se pesaron 1g del QCB y QSB, con 9mL de metanol, se sometió a agitación durante 2 min mediante un vortex VWR modelo 945301 a temperatura ambiente, posteriormente se dejó reposar por 30 minutos en un ambiente oscuro, y luego se centrifugó en una centrífuga MPW251 MEDINSTRUMENTS por 30 minutos a 5000 rpm, el sobrenadante se recogió en tubos de vidrio con tapa rosca y fueron protegidos con papel aluminio. Posteriormente se dejó en refrigeración a 4°C hasta el momento de los posteriores análisis.

c.4. Determinación de compuestos fenólicos

Se realizó según el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, el cual es descrito por Melo et al. (2015) con algunas modificaciones. En cada tubo de ensayo se pipetearon 50 μl de los extractos de QCB y QSB descritos en el punto C3, se agregó 2.5mL de Folin-Ciocalteu a una concentración del 10% en agua ultra pura, posteriormente, se colocó 2mL de solución acuosa de carbonato de sodio al 7,5%. Luego se midió la absorbancia a 750 nm en un espectrofotómetro UNICO, S-2100uv+E, México. El contenido fenólico total se estimó a partir de una curva estándar de ácido gálico ($y = 0.045x + 0.0375$, $R^2 = 0.9948$) y los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico (GAE) /g de queso.

c.5. Determinación de actividad antioxidante del queso

Para la formación de la curva de calibración se hizo con una solución estándar Trolox (2000 μM); para ello, se disolvió 25 mg de Trolox aforado en 50 mL de alcohol etílico, siendo usado el mismo día del análisis, luego se preparó 5 tubos de ensayo de 10 mL con concentraciones de 100 μM a 2000 μM .

Para ABTS, el procedimiento siguió el método de Rufino et al. (2007) con algunas reformas; el catión radical ABTS (ABTS +) fue originado por la adición de 5 mL de solución acuosa de ABTS (7 mM) con 88 μl de 140 Mm (hasta 2,45 mM) persulfato potásico. La solución se guardó en un ambiente oscuro por 16 h y luego

se agregó etanol para diluirlo y poder obtener una absorbancia de $0,7 \pm 0,05$ unidades a 734 nm mediante el uso de un espectrofotómetro. Se agregó 30 μ l de extractos de YCB y YSB y se mezcló con 3 mL de ABTS preparado anteriormente, se dejó reposar 6 minutos en oscuridad y se hizo la lectura a 734 nm en el espectrofotómetro. Los resultados se expresaron en micromoles de equivalentes de Trolox μ MTE/g de queso.

Para el método del DPPH se siguió el procedimiento que realizó De Souza et al. (2014). El reactivo DPPH se diluyó con etanol hasta obtener una absorbancia de $0,7 \pm 0,02$ unidades a 517 nm. Para 100 μ L de extractos de YCB y YSB, se agregó 3.9 mL del radical DPPH en solución durante 30 min en la oscuridad; luego se realizó la lectura de la absorbancia a 517 nm. Los resultados estuvieron indicados como micromol equivalente de trolox (μ MTEs/g de muestra). Para ambos casos se estimó a partir de una curva estándar Trolox ($y=-0.0003x+0.7605$, $R^2=0.9801$) y los resultados se expresaron como μ MTE/mL de queso.

c.6. Estudio de la vida útil del queso

Para estimar la vida útil se evaluó el queso por un periodo de 8 días, la temperatura de almacenamiento fue de 4°C se realizó la evaluación mediante la ecuación de primer orden (de Campo et al., 2019). Teniendo en cuenta la degradación del carotenoide y los valores de acidez del producto.

2.3 Elaboración de helado con subproductos del berrie liofilizado

En la tercera etapa se elaboró el helado con los extractos secos de los berries y se realizó un análisis fisicoquímico, análisis de compuestos funcionales, evaluación de las características sensoriales y la vida útil.

a. Formulación del helado

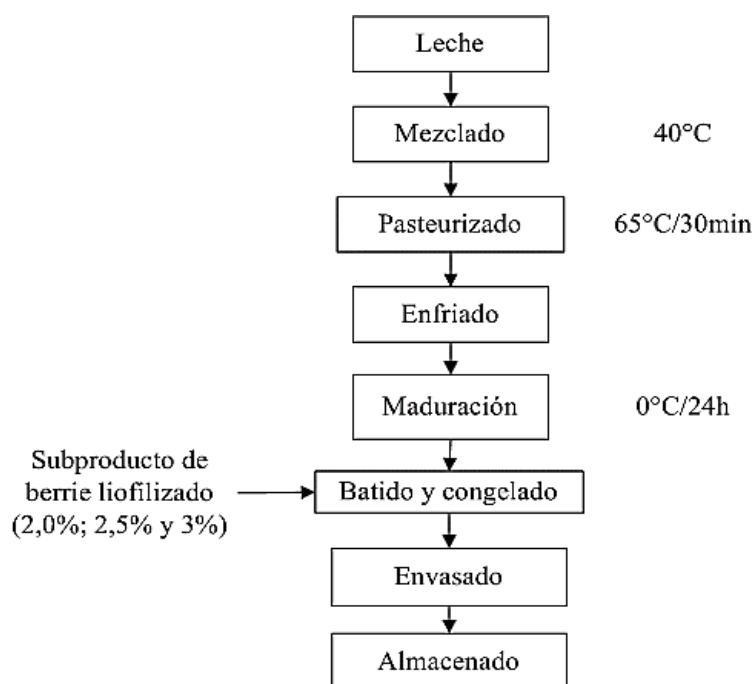
El helado se formuló con los insumos correspondientes (leche entera, azúcar, jarabe de glucosa, mantequilla, CMC y subproductos de berries liofilizados). Se siguió el siguiente procedimiento:

- Después del análisis de calidad de la leche, se realizó el estandarizado, agregando insumos como glucosa, leche en polvo, margarina, azúcar, CMC y glucosa
- Se pasteurizó la mezcla a 65°C durante 30 minutos.

- Se colocó la mezcla en refrigeración por 24 horas a 4°C.
- Se incorporó el polvo de los berries y se colocó la mezcla en el recipiente de la máquina heladera para iniciar el proceso de batido a una temperatura de -25°C.
- Se procedió a envasar el helado y se colocó el producto en congelación a -20°C hasta la evaluación sensorial y los análisis posteriores.

A continuación, se ilustra el flujograma de procesamiento

Figura 5. Flujograma del proceso de elaboración de helado



Fuente: Adaptado del manual de prácticas de tecnología de lácteos (Torres, 1995).

Tabla 6. Formulación del helado con subproductos de berries liofilizado

Ingredientes	Cantidad
Leche (L)	10.00
Azúcar	30%
Margarina	8%
CMC	0.4%
Leche en polvo	2.60%
Subproducto de Berrie liofilizado	2.0%, 2.5%, 3.0%
Glucosa	2.6%

*El subproducto liofilizado de los berries se agregaron de manera directa

b. Evaluación sensorial del helado

Esta etapa se evaluó mediante la metodología de pruebas afectivas a través de la medición del grado de satisfacción, se utilizó una ficha con una graduación hedónica de nueve puntos 1) Me disgusta extremadamente, 2) Me disgusta mucho, 3) Me disgusta moderadamente, 4) Me disgusta levemente, 5) Ni me gusta ni me disgusta, 6) Me gusta levemente, 7) Me gusta moderadamente, 8) Me gusta mucho y 9) Me gusta extremadamente; con los cuales se midió los atributos de apariencia, aroma, sabor y consistencia tal como lo menciona Espinosa (2007) y Hough & Fiszman (2005). Para alimentos líquidos el volumen recomendado es de 15mL por panelista (Hernández, 2005).

Intervinieron 23 panelista no entrenados.

La ficha de evaluación sensorial se encuentra en la tabla 25 del anexo

c. Análisis fisicoquímico del helado

c.1. Determinación de pH y acidez del helado

El helado se evaluó utilizando un pHmetro (Hanna Instruments, Modelo H1221, Woonsocket, Estados Unidos) previamente calibrado con tampones estándar de pH 4 y pH 7. La acidez titulable se analizó según AOAC (2005). Para el análisis, se mezclaron 10 g de cada muestra de helado con 75 mL de agua destilada y se tituló con NaOH 0,1 N utilizando fenolftaleína como indicador. Los resultados se expresaron como % de ácido láctico.

c.2. Preparación del extracto de helado HCB y HSB

Se pesaron 1g del HCB y HSB, con 9mL de una solución de metanol. Se sometió a agitación durante 2 min mediante un vortex VWR modelo 945301 a temperatura ambiente, posteriormente se dejó reposar por 30 minutos en un ambiente oscuro, y luego se centrifugó en una centrífuga MPW251 MEDINSTRUMENTS por 30 minutos a 5000 rpm, el sobrenadante se recogió en tubos de vidrio con tapa rosca y fueron protegidos con papel aluminio. Posteriormente se dejó en refrigeración a 4°C hasta el momento de uso.

c.3. Determinación de antocianinas del helado

Se determinó utilizando el modelo propuesto por Wall & Johnson (1983). El cual ha sido adaptado por Serrano & Valero (2016); mediante el método del diferencial de pH, de Lee et al. (2005). Los extractos de subproductos se diluyeron en una solución buffer a pH 1 y tampón de acetato de sodio a 4,5 de pH. Las mezclas se incubaron durante 20 min en la oscuridad y se hicieron lecturas de absorbancia a 520 y 700 nm frente al tampón y la solución ácida como blancos. Las lecturas se convirtieron a mg totales de malvidina 3-glucósido (peso molecular 494g/mol; absortividad molar 36,400) y los resultados se expresaron como mg de equivalente de malvidina por g de derivado lácteo, utilizando la siguiente ecuación:

$$TMA = (A \times MW \times DF \times 1000) / (E \times l) \dots\dots\dots \text{ec. 5}$$

Donde:

TMA: Contenido total de pigmento de antocianina monomérica,

A: Diferencial de absorbancia $[(A_{520} - A_{700})_{\text{pH1}} - (A_{520} - A_{700})_{\text{pH4.5}}]$

MW: Peso molecular de malvidina 3-glucósido (494 g / mol),

DF: Factor de dilución, 1000 se usa para convertir g a mg,

E : Coeficiente de absortividad molar de malvidina 3-glucósido (36,400) y

l: Camino óptico en cm.

Preparación del buffer pH4.5: Para 1000mL

400mL de acetato de sodio al 1M

240mL de HCL al 1N

360mL de agua ultra pura

Preparación del buffer pH 1: Para 1000mL

460mL de KCl al 0.2N

520mL de HCl al 0.2N

Colocamos 0,4mL de extracto con 3.6 mL de bufer pH 1

0,4mL de extracto con 3.6 mL de buffer pH4,5

El resultado se expresó como contenido total de pigmento de antocianina mg (TMA)/g de muestra.

c.4. Determinación de la actividad antioxidante del helado

Se determinó los antioxidantes mediante el método de DPPH y ABTS,

c.5. Determinación de polifenoles totales del helado

Se determinó el contenido de polifenoles mediante el método de Folin Ciocalteú para lo cual se utilizó la misma metodología de la primera y segunda etapa.

c.6. Determinación de Overrun del helado

- Se realizó la medición del volumen de la mezcla madurada.
- Se midió el volumen final del helado obtenido después del batido.
- Se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{Overrun} = \left(\frac{VH - VM}{VM} \right) \times 100$$

Donde:

VH: Volumen del helado

VM: Volumen de la mezcla

c.7. Determinación del índice de derretimiento del helado

Se realizó la prueba a una temperatura ambiente de 19,2°C, medidas a un mismo tiempo de 30 minutos. El helado tenía una temperatura inicial de -20°C.

Se pesó los envases de plástico que tenían la capacidad de 100mL y se colocaron en la parte inferior de la malla (P1). Se taró un segundo vaso de plástico en la cual se colocaron las muestras de helado (P2) y se pesaron 15g de helado.

Se colocó la muestra en la malla de acuerdo a la codificación que le correspondía. Se controló un tiempo estándar de 23 minutos desde la caída de la primera gota en cada muestra.

Se pesó los envases que estaban en la parte inferior con el contenido de helado derretido (P3).

Se determinó porcentaje de derretimiento con la ecuación:

$$\% \text{Derretimiento} = \left(\frac{P3 - P1}{P2} \right) \times 100$$

c.8. Estudio de la vida útil del helado

Para estimar la vida útil se evaluó el helado por un periodo de 80 días, con una temperatura de almacenamiento de -20°C , se realizó la evaluación mediante el análisis de la vida útil en tiempo real tal como lo menciona (de Campo et al., 2019b) de Campo et al. (2019b). Teniendo en cuenta la degradación de las antocianinas y los valores de pH del producto. La vida útil se estimó mediante las ecuaciones de primer y segundo orden, ecuación de la recta y la ecuación polinómica en función de la antocianina y el pH del helado.

2.4 Evaluación de la sostenibilidad en la elaboración de derivados lácteos de la Asociación Agropecuaria San Salvador de Quishcambal-Assaqui

Se utilizó la metodología de ELANEM (Euro Latin American Network on Environmental assessment and Monitoring) para determinar el índice de sostenibilidad económica social y ambiental; y se utilizó encuestas con indicadores de sostenibilidad, para ello se utilizó una matriz de doble entrada donde se calculó los índices de sostenibilidad social, económica y ambiental de la producción de leche y derivados lácteos.

Tabla 7. Matriz de dimensiones para evaluar la sostenibilidad de la producción derivados lácteos en la Asociación Agropecuaria de Quishcambal-Assaqui

Objetivo	Dimensión	Indicadores de sostenibilidad	
Evaluación de la sostenibilidad de la producción de derivados lácteos	Económico (K)	1	¿Tiene usted vacas para ordeño?
		2	¿Usted compra leche fresca de algún lugar?
		3	¿Cuántos litro de leche produce la vaca en un día?
		4	¿Cuántos litro de leche produce la vaca en una campaña?
		5	¿Elabora queso, yogur o helado con la leche fresca?
		6	¿Vende la leche que ordeña?
		7	¿Elabora queso, yogur o helado con la leche fresca?
		8	¿Ha recibido capacitación para producir queso, yogur o helado con subproductos de aguaymanto, arándano, mora o sauco?
		9	¿Ha vendido productos de queso, yogur o helado que elabora?
		10	¿Cuánto vendió total en un día?
	Social (S)	11	¿Cuántos años tiene?
		12	Sexo
		13	Estado civil
		14	Nivel educativo
		15	¿Se considera jefe del hogar?
		16	Pertenece a un programa social
		17	¿Consume la leche que ordeña?
	Ambiental (A)	18	¿La elaboración de queso, yogur o helado genera algún tipo de contaminación?
		19	¿Qué hace con el suero de leche que obtiene cuando se elabora el queso?

Terminado el proceso de recolección de datos, se realizó la sistematización de la encuesta, se tuvo en cuenta la escala del 10 al 100, utilizando porcentaje para expresar los resultados. Para este procedimiento se utilizó la metodología ELANEM (Euro -

Latin American Network on Environmental Assessment and Monitoring) ó (Red Euro-Latinoamericana de monitorización y Evaluación Ambiental).

Se utilizó la ecuación de normalización planteada por Cantú et al. (2009), en la que el valor de 1 representa una situación optimista y si se acercan a cero los valores representará una situación negativa, esta ecuación representa máximos y mínimos:

$$Vn = \frac{Vcal - Vmin}{Vmax - Vmin}$$

Donde:

Vn: Valor normalizado; Vmax: Valor máximo; Vmin: Valor mínimo; Vcal: Valor calculado

Finalmente, el índice de sostenibilidad, es el promedio de los valores normalizados del indicador económico, indicador social e indicador económico, por último, se obtuvo un promedio final proveniente de los tres anteriores.

El índice de sostenibilidad entonces se compara con la tabla propuesta por; Barrezueta-Unda et al. (2017) que a continuación presentamos:

Tabla 8. Escala para determinar la sostenibilidad de un proceso.

0,0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0
Colapso	Crítico	Inestable	Estable	Óptimo

Todos los datos de la encuesta fueron sistematizados en una plantilla de Excel que nos sirvió para elaborar los gráficos de telaraña para cada índice de sostenibilidad y la gráfica final de sostenibilidad.

2.5 Análisis estadístico

Para procesar los resultados obtenidos en los análisis de yogur, queso y helado que corresponden a los ítems 2,1; 2,2 y 2,3; se realizó un análisis de varianza (ANVA) y se realizó comparaciones mediante el estadístico Tukey para el caso de los parámetros de calidad de los derivados lácteos como es el caso de acidez y pH, se utilizó los softwares SPSS y R-Studio mediante el método de análisis de componentes principales (ACP), utilizando la librería Factormyner y factoextra, además para los resultados gráficos se utilizó PCA-Biplot.

Para procesar los resultados obtenidos del ítem 2.4 se utilizó la herramienta Excel.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis fisicoquímico de la fruta fresca.

A continuación, se presenta la figura con los resultados de los análisis realizados a los berries en estado fresco:

En la Tabla 9 podemos observar el análisis de los berries frescos con los que realizó la investigación; se determinó el porcentaje de subproductos que genera cada tipo de berrie, siendo el aguaymanto el berrie que presenta mayor porcentaje de subproductos que pueden ser aprovechados y además se realizó el análisis fisicoquímico de los berries frescos, se midió grados brix, pH, grado de acidez en porcentaje e índice de madurez, se puede observar que el aguaymanto posee mayor valor en los grados brix e índice de madurez, en cambio el sauco posee mayor grado de pH y acidez. Así mismo, en la tabla 9 presentamos el análisis de los compuestos funcionales de los berries liofilizados, podemos observar que la capacidad antioxidante evaluado por el método DPPH del sauco es superior a los demás berries, el arándano por su parte muestra mayor concentración de polifenoles y de antocianina.

Tabla 9. Análisis fisicoquímico de los berries nativos frescos.

Berries fruto fresco	Acidez			IM	Subproductos (%)
	Brix (°B)	titulable (%)	pH		
Aguaymanto	14±0.01	2.56±0.01	3.80±0.00	5.5±0.01	25±0.02
Mora	12±0.02	2.88±0.00	3.00±0.00	4.2±0.00	41±0.00
Saucu	8.5±0.01	3.33±0.01	3.90±0.01	2.6±0.03	36±0.04
Arándano	10±0.00	2.56±0.00	3.50±0.01	3.9±0.02	37±0.01

Tabla 10. Análisis de los compuestos funcionales de los subproductos de los berries liofilizados.

Berrie	Variable	n	Media	Desv. Est	Error Estándar
AGUAYMANTO	PFT (mgAGE/g)	4	25.05	0.07	0.04
AGUAYMANTO	DPPH (% inhib.)	4	4.74	0.06	0.03
AGUAYMANTO	μ MTE	4	664.18	0.5	0.25
AGUAYMANTO	TMA	4	0.3	0.02	0.01
ARANDANO	PFT (mgAGE/g)	4	59.81	0.37	0.18
ARANDANO	DPPH (% inhib.)	4	12.71	0.11	0.06
ARANDANO	μ MTE	4	1577.52	0.41	0.2
ARANDANO	TMA	4	97.43	0.45	0.23
MORA	PFT (mgAGE/g)	4	52.47	0.69	0.34
MORA	DPPH(%inhib.)	4	10.29	0.28	0.14
MORA	μ MTE	4	1066.65	0.63	0.31
MORA	TMA	4	17.42	0.44	0.22
SAUCO	PFT (mgAGE/g)	4	53.71	0.55	0.27
SAUCO	DPPH (% inhib.)	4	19.66	0.16	0.08
SAUCO	μ MTE	4	2153.41	0.93	0.46
SAUCO	TMA	4	76.4	0.38	0.19

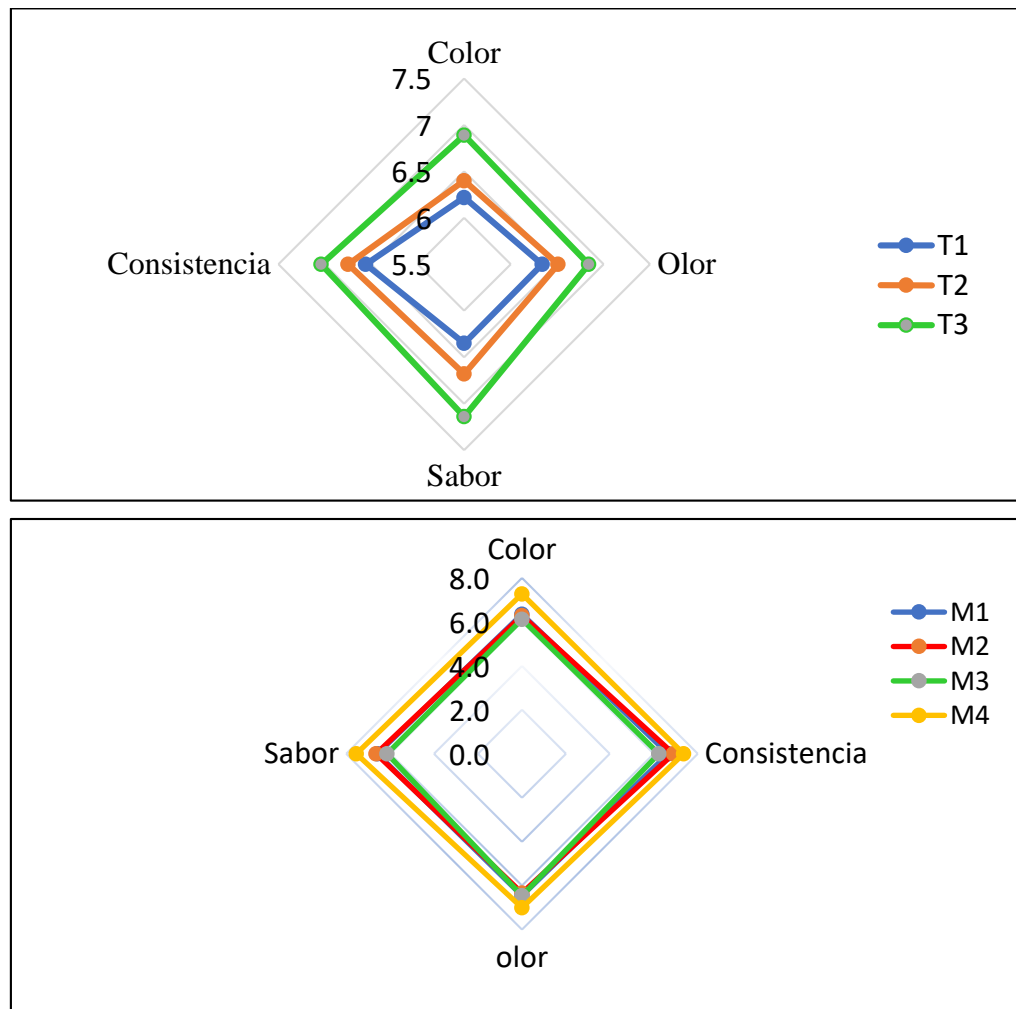
Antocianinas totales (mgACT/g), DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) y PFT (Polifenoles totales)

3.2. Resultados de los análisis del yogur

a. Evaluación sensorial del yogur: Se realizó la evaluación sensorial del yogur elaborado con los cuatro tipos de subproductos de berries secos, para determinar cuál de ellos tenía mayor aceptación por los panelistas. Los resultados se presentan en la Figura 6 en la que podemos observar que los panelistas que intervinieron en la evaluación sensorial, prefirieron la muestra cuatro (M4) que corresponde al yogur elaborado con subproducto de aguaymanto, seguido de yogur de mora, arándano y por último sauco.

Prefirieron las muestras que tenían la concentración de 3% que fue la concentración más alta utilizada para este producto (T3:3%)

Figura 6. Nivel de aceptación de la muestra y tratamiento para el yogur con subproductos de berries.



T: Tratamientos T1:(2.0% de subproducto de berrie), T2(2,5 de subproducto de berrie) y T3(3,0% de subproducto de berrie); M1: Yogur con subproductos de Arándano, M2: Yogur con subproductos de mora, M3: Yogur con subproductos de sauco y M4: Yogur con subproductos de aguaymanto

Una vez que se realizó la evaluación sensorial, se procedió a elaborar el yogur con el subproducto liofilizado del berrie de mayor aceptación, en este caso el aguaymanto con una concentración de 3%.

En la Tabla 11 y 12 presentamos la evaluación fisicoquímica (pH, acidez y grados brix, sinéresis y viscosidad), análisis de compuestos funcionales como polifenoles,

antioxidantes, betacaroteno y licopeno; realizados al yogur elaborado con subproducto de aguaymanto (YCB) y sin subproductos de aguaymanto (YSB); estos análisis se realizaron cada 8 días durante 48 días para evaluar la vida útil de este producto. Observamos el incremento de la acidez y la disminución del pH a lo largo de los 48 días de evaluación para ambos tipos de yogur, sin embargo, la concentración de grados brix se mantiene constante entre ambos productos, sin embargo, la sinéresis se incrementa a medida que la viscosidad disminuye. No se observa presencia de polifenoles en el yogur sin berrie; la capacidad antioxidante incrementa en el caso del yogur con berrie y la concentración de carotenoides disminuye.

Tabla 11. Análisis fisicoquímico del yogur con subproducto de berrie y sin subproducto de berrie.

Factor	Días	Brix	Acidez	pH	Sinéresis	Viscosidad
			%		%	%
YCB	D0	20	1.01 ± 0.04	4.06 ± 0.00	37.32 ± 0.00	963.60 ± 0.01
YCB	D08	20	1.03 ± 0.07	4.03 ± 0.00	37.42 ± 0.00	862.77 ± 0.02
YCB	D16	20	1.03 ± 0.06	4.02 ± 0.00	39.57 ± 0.00	1049.60 ± 0.01
YCB	D24	20	1.07 ± 0.05	4.01 ± 0.00	35.45 ± 0.00	863.90 ± 0.01
YCB	D32	20	1.10 ± 0.07	4.00 ± 0.00	38.46 ± 0.00	398.07 ± 0.02
YCB	D40	20	1.49 ± 0.03	3.98 ± 0.00	39.76 ± 0.14	350.00 ± 0.48
YCB	D48	20	1.65 ± 0.06	3.96 ± 0.00	40.13 ± 0.03	348.00 ± 0.46
YSB	D0	17	0.73 ± 0.05	4.59 ± 0.00	34.24 ± 0.00	825.60 ± 0.01
YSB	D08	17	0.79 ± 0.05	4.26 ± 0.00	40.55 ± 0.00	914.37 ± 0.01
YSB	D16	17	0.91 ± 0.04	4.29 ± 0.00	36.00 ± 0.00	786.30 ± 0.01
YSB	D24	17	0.83 ± 0.07	4.13 ± 0.00	38.47 ± 0.00	1054.50 ± 0.02
YSB	D32	17	0.82 ± 0.05	4.16 ± 0.00	39.48 ± 0.00	929.60 ± 0.02
YSB	D40	17	1.03 ± 0.02	4.12 ± 0.00	40.89 ± 0.01	902.20 ± 0.02
YSB	D48	17	1.52 ± 0.01	4.04 ± 0.01	46.34 ± 0.58	899.91 ± 0.01

YCB: Yogur con Berrie (aguaymanto) YSB: Yogur sin Berrie (aguaymanto)

Tabla 12. Análisis de compuestos funcionales del yogur con subproducto de berrie y sin subproducto de berrie.

Factor	Días	Polifenol		DPPH		ABTS		Betacaroteno		Licopeno	
		mgAGE/100g		μ MTE/100g		μ MTE/100g		μ gEBC/g		μ gEBC/g	
YCB	D0	0.16	0.1	306.6	23.9	307.5	40.5	7.1		6.0	0.0
		7	± 5	7	± 6	0	± 9	1	± 0.02	3	± 1
YCB	D0	0.06	0.0	325.8	17.2	344.1	15.2	7.6		6.6	0.0
		1	± 4	3	± 9	7	± 4	1	± 0.01	2	± 1
YCB	D1	0.05	0.0	314.1	22.1	369.1		6.5		5.4	0.0
		0	± 4	7	± 7	7	± 5.00	9	± 0.21	5	± 5
YCB	D2	0.05	0.0	320.8		379.1	25.4	4.5		4.5	0.0
		0	± 5	3	± 3.19	7	± 4	4	± 0.00	0	± 7
YCB	D3	0.18	0.0	323.3	10.3	454.1		2.0		1.7	0.0
		3	± 7	3	± 6	7	± 5.00	4	± 0.01	7	± 1
YCB	D4	0.28	0.1	325.0		640.0		1.2		1.3	0.0
		9	± 3	0	± 8.16	0	± 4.30	0	± 0.00	0	± 0
YCB	D4	0.20	0.3	335.8	15.2	561.6		0.1		0.6	0.0
		0	± 8	3	± 4	7	± 8.16	5	± 0.00	3	± 0
YSB	D0	0.00	0.0	273.3		264.1		0.9		0.8	0.1
		± 0		3	± 7.93	7	± 6.31	3	± 0.05	1	± 0
YSB	D0	0.00	0.0	251.6		244.1		1.1		0.8	0.1
		± 0		7	± 7.93	7	± 6.31	2	± 0.05	8	± 0
YSB	D1	0.00	0.0	283.3	23.2	272.5	34.0	1.3		1.1	0.1
		± 0		3	± 5	0	± 3	8	± 0.10	2	± 0
YSB	D2	0.00	0.0	291.6		285.0	22.2	1.1		0.9	0.0
		± 0		7	± 4.71	0	± 8	5	± 0.10	9	± 8
YSB	D3	0.00	0.0	291.6	14.1	287.5		1.4		0.9	0.0
		± 0		7	± 4	0	± 5.69	7	± 0.08	3	± 6
YSB	D4	0.00	0.0	288.3	32.8	371.0	17.8	1.4		0.8	0.0
		± 0		3	± 9	8	± 6	2	± 0.00	5	± 1
YSB	D4	0.00	0.0	293.3	11.0	289.4	11.0	1.4		0.8	0.0
		± 0		3	± 6	2	± 0	0	± 0.00	4	± 0

YCB: Yogur con Berrie (aguaymanto); YSB: Yogur sin Berrie (aguaymanto); DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) y ABTS

c. Determinación de la vida útil del yogur elaborado con subproducto de berrie.

En la Tabla 13 podemos observar el resultado de la evaluación de vida útil del yogur, se realizó una comparación de los valores obtenidos de la acidez titulable del YCB en 48 días, mediante prueba Tukey, con alfa= 0.05, DMS=0.12862.

Los valores obtenidos indican que desde el día 0 hasta el día 32 no existe una significativa variación respecto a la acidez titulable.

Tabla 13. Comparación Tukey del yogur elaborado con subproducto de berrie

DIAS	Media	n	E.E	
D48	1.65	4	0.03	A
D40	1.49	4	0.03	B
D32	1.11	4	0.03	C
D24	1.07	4	0.03	C
D16	1.04	4	0.03	C
D08	1.03	4	0.03	C
D0	1.01	4	0.03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$)

En la Tabla 14 tenemos los resultados de la evaluación realizada de los carotenoides en los 32 días con la finalidad de relacionarlos y así poder cumplir con el primer objetivo de la presente investigación. Aquí podemos observar que en el día 32 se obtiene un valor de 2,04 $\mu\text{gEBC/g}$ y 1,47 $\mu\text{gEBC/g}$ del YCB y del YSB respectivamente.

Tabla 14. Concentración de carotenoides del YCB y YSB

Factor	Tiempo	ugEBC/g	Factor	ugEBC/g
YCB	0	7.11	YSB	0.93
YCB	8	7.61	YSB	1.12
YCB	16	6.59	YSB	1.38
YCB	24	4.54	YSB	1.15
YCB	32	2.04	YSB	1.47
YCB	40	1.2	YSB	1.42
YCB	48	0.15	YSB	1.40

YCB: Yogur con Berrie (aguaymanto) YSB: Yogur sin Berrie (aguaymanto)

Para el análisis de vida útil, se utilizó la ecuación de primer y segundo orden

Ecuación de primer orden: $A = A_0 \pm Kt$ ec (3)

Ecuación de segundo orden: $\ln A = \ln A_0 \pm Kt$...eq (4)

Se evaluó el nivel de predicción necesario en función a la velocidad de reacción de los carotenoides (Betacaroteno) en el yogur.

Es decir, encontrar el día en el que el YCB alcanzará el valor de $1.47 \mu\text{gEBC/g}$, el límite mínimo para el carotenoide. Esos datos lo encontramos en la Tabla 15, en la cual se obtuvo un valor de 37 días de vida útil para el yogur elaborado con subproducto de aguaymanto.

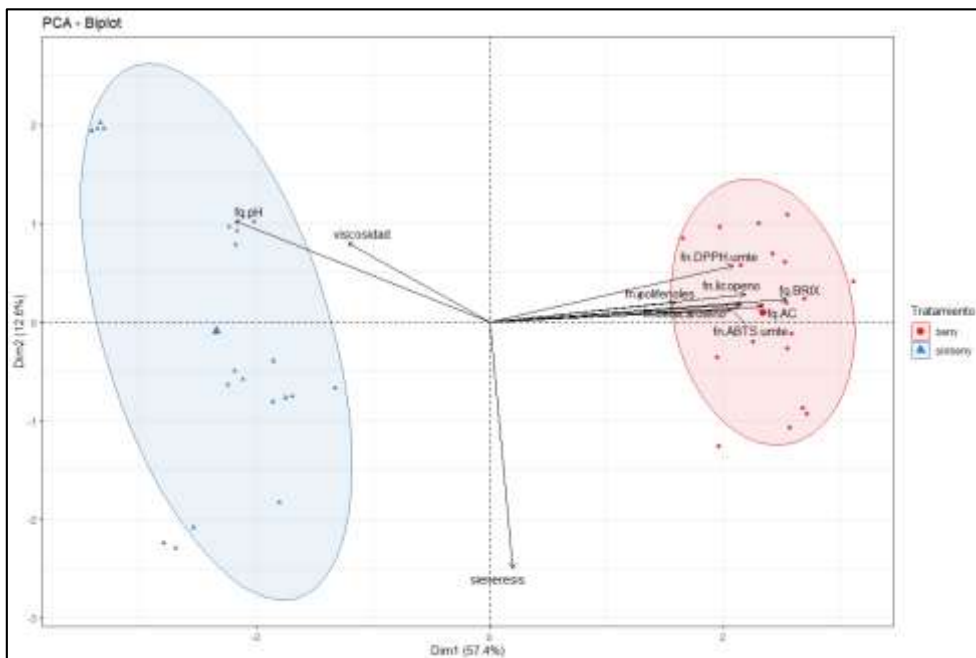
Tabla 15. Evaluación de la vida útil del yogur

n (0): R2	0.9339	
n (1):R2	0.9936	
Linealizando: R2		0.9999
Acrit	1.47	1.47
A(o)	7.11	7.11
k(días-1)	-0.171	2.6314
SL (días)	33.02	37.14

c. Análisis de componentes principales (ACP) del yogur

En la Figura 7 tenemos un análisis de componentes principales realizada al conjunto de datos obtenidos del análisis del yogur con berrie y sin berrie, estos resultados se expresan en componentes que se ordenan de acuerdo a la cantidad de varianza, esta técnica permite reducir dimensionalidades de un conjunto de datos. Podemos observar en esta figura dos grupos separados, que corresponden a los valores de los análisis del yogur con aguaymanto que es el de color rojo y los de YSB que corresponde al color azul. Esta distribución significa que existen diferencias significativas entre estos dos productos analizados a lo largo de 48 días.

Figura 7. Análisis de los componentes principales para el yogur (PCA)



Análisis de componentes principales con Library("FactoMineR"); library("factoextra")

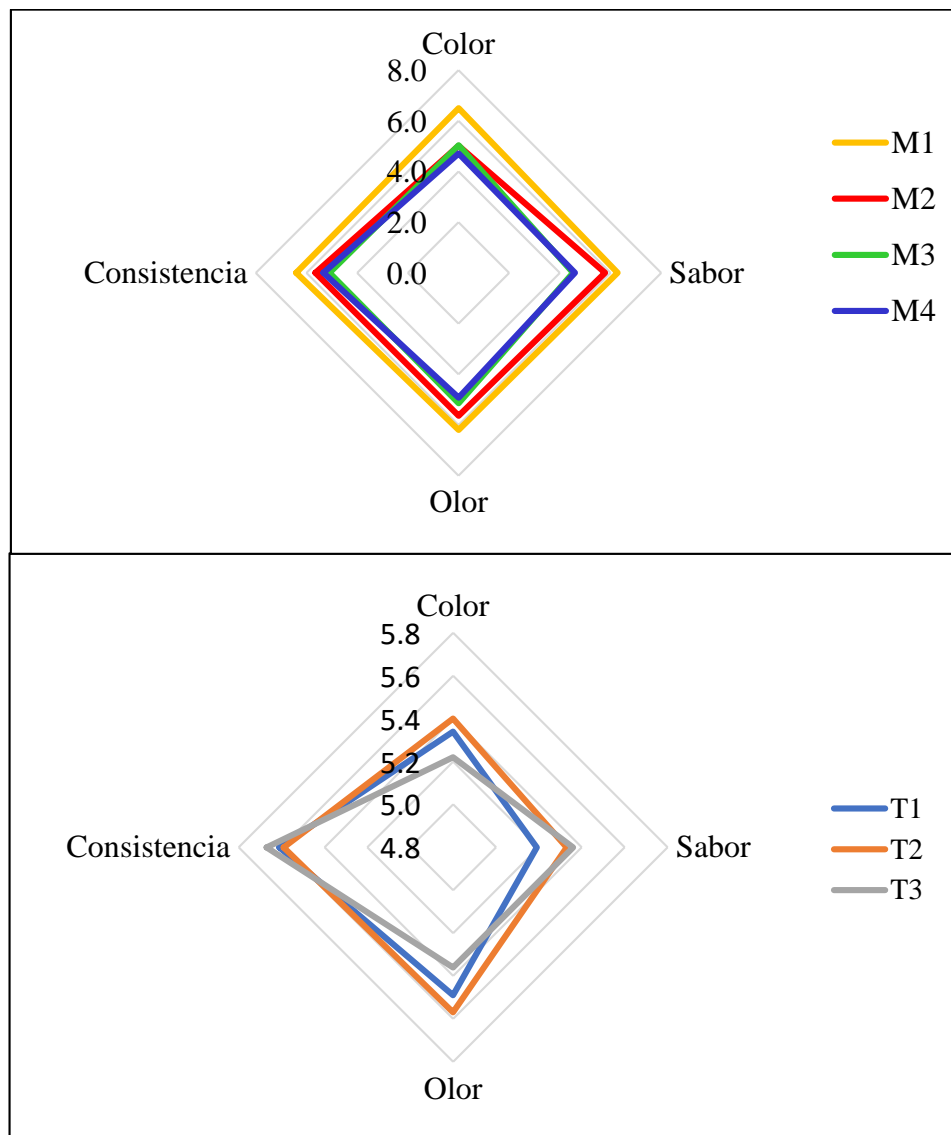
YCB: Yogur con berry (aguaymanto) y YSB: Yogur sin berry (aguaymanto)

3.3. Resultados de los análisis del queso

a. **Evaluación sensorial del queso:** Se realizó la evaluación sensorial del queso con 4 tipos de subproductos de berries secos, para determinar cuál de ellos tiene mayor aceptación por los panelistas.

En la Figura 8 podemos ver que los panelistas han preferido un queso con subproducto de aguaymanto en una concentración T3 que quiere decir 3%, siendo esta la concentración más alta utilizada al elaborar este producto.

Figura 8. Nivel de aceptación de la muestra y tratamiento para los quesos con subproductos de berries.



T: Tratamiento T1(2%), T2(2.5) y T3(3.0%); M1: Queso con subproductos de Aguaymanto, M2: Queso con subproductos de arándano, M3: Queso con subproductos de mora y M4: Queso con subproductos de sauco.

En la Tabla 16 y 17 presentamos los valores obtenidos de las evaluaciones del queso con subproductos de berrie y sin subproductos de berrie (QCB y QSB), esta evaluación se realizó empezando del día 0 al día 7. Los valores obtenidos son menores en el caso del

QSB para el caso del pH, no se observa presencia de polifenoles; los valores de DPPH, ABTS y Carotenoides del QCB son mayores. Cuando el pH disminuye, la acidez se incrementa, así también se observa un incremento de la capacidad antioxidante y la disminución de la concentración de carotenoides en el tiempo de almacenamiento.

Tabla 16. Análisis fisicoquímico del queso.

Factor	Días	Acidez	pH	Polifenoles	
				mgAGE/g	
QCB	D0	0.165 ± 0.026	7.200 ± 0.01	0.493 ± 0.02	
QCB	D1	0.180 ± 0.045	7.060 ± 0.02	0.337 ± 0.01	
QCB	D2	0.165 ± 0.026	7.050 ± 0.01	0.019 ± 0.01	
QCB	D3	0.225 ± 0.045	7.030 ± 0.01	0.381 ± 0.01	
QCB	D4	0.225 ± 0.045	7.000 ± 0.01	0.152 ± 0.01	
QCB	D5	0.225 ± 0.045	6.970 ± 0.00	0.241 ± 0.03	
QCB	D6	0.225 ± 0.045	6.950 ± 0.01	1.241 ± 0.03	
QCB	D7	0.270 ± 0.045	6.930 ± 0.01	1.211 ± 0.02	
QSB	D0	0.180 ± 0.090	6.807 ± 0.01	0.00 ± 0.00	
QSB	D1	0.180 ± 0.090	6.893 ± 0.02	0.00 ± 0.00	
QSB	D2	0.180 ± 0.090	6.900 ± 0.01	0.00 ± 0.00	
QSB	D3	0.180 ± 0.090	6.880 ± 0.01	0.00 ± 0.00	
QSB	D4	0.270 ± 0.090	6.890 ± 0.00	0.00 ± 0.00	
QSB	D5	0.270 ± 0.090	6.910 ± 0.01	0.00 ± 0.00	
QSB	D6	0.450 ± 0.090	6.890 ± 0.01	0.00 ± 0.00	
QSB	D7	0.450 ± 0.090	6.960 ± 0.02	0.00 ± 0.00	

QCB: Queso con Berrie (aguaymanto), QSB: Queso sin Berrie (aguaymanto)

Tabla 17. Análisis de compuestos funcionales del queso.

Factor	Días	DPPH(μMTE)		ABTS (μMTE)		Betac (μgEBC/g)		Licopeno (μgEBC/g)	
QCB	D0	226.11	\pm 16.78	301.67	\pm 12.02	3.26	\pm 0.00	2.45	\pm 0.00
QCB	D1	238.33	\pm 24.04	303.89	\pm 45.50	2.67	\pm 0.00	2.40	\pm 0.00
QCB	D2	243.89	\pm 16.67	333.89	\pm 25.02	2.04	\pm 0.05	2.36	\pm 0.00
QCB	D3	275.00	\pm 15.03	333.89	\pm 25.02	2.61	\pm 0.00	2.34	\pm 0.00
QCB	D4	252.78	\pm 48.07	336.11	\pm 25.46	2.49	\pm 0.00	2.16	\pm 0.00
QCB	D5	242.78	\pm 17.11	383.89	\pm 15.40	2.13	\pm 0.00	1.91	\pm 0.00
QCB	D6	240.56	\pm 30.97	447.22	\pm 6.94	2.02	\pm 0.00	1.79	\pm 0.00
QCB	D7	240.56	\pm 18.95	742.78	\pm 59.85	1.98	\pm 0.00	1.71	\pm 0.00
QSB	D0	21.67	\pm 18.36	326.11	\pm 15.40	2.29	\pm 0.00	2.20	\pm 0.00
QSB	D1	25.00	\pm 0.00	320.56	\pm 10.72	1.91	\pm 0.00	1.71	\pm 0.00
QSB	D2	23.89	\pm 3.33	381.67	\pm 5.77	1.80	\pm 0.00	1.70	\pm 0.00
QSB	D3	25.00	\pm 6.94	355.00	\pm 11.55	1.75	\pm 0.00	1.68	\pm 0.00
QSB	D4	12.78	\pm 15.03	383.89	\pm 12.62	1.60	\pm 0.00	1.53	\pm 0.00
QSB	D5	13.89	\pm 14.53	348.33	\pm 12.02	1.37	\pm 0.00	1.28	\pm 0.00
QSB	D6	22.78	\pm 29.88	349.44	\pm 10.72	1.35	\pm 0.00	1.26	\pm 0.00
QSB	D7	11.67	\pm 7.90	339.44	\pm 5.09	1.28	\pm 0.00	1.25	\pm 0.00

QCB: Queso con Berrie (aguaymanto) QSB: Queso sin Berrie (aguaymanto)

a. Determinación de la vida útil del queso

En las Tablas 18 y 19 podemos observar los resultados de la evaluación realizada al queso para determinar la vida útil, en este caso se observó que en el día 7 se obtuvo un valor de carotenoide de 1,28 μ gEBC/g y ese dato se ha considerado como valor límite, entonces se

realizó una predicción de los valores de carotenoides en el QCB. De este análisis pudimos obtener como resultado para la vida útil del queso de 12 días.

Tabla 18. Resultado de vida útil del queso en función del carotenoide.

Factor	Tiempo	Fq- pH	Carotenoide ugEBC/g	Fq- ac
QCB	D0	7.20	3.26	0.17
QCB	D1	7.06	2.67	0.18
QCB	D2	7.05	2.64	0.17
QCB	D3	7.03	2.61	0.23
QCB	D4	7.00	2.49	0.23
QCB	D5	6.97	2.13	0.23
QCB	D6	6.95	2.02	0.23
QCB	D7	6.93	1.98	0.27
QSB	D0	6.81	2.29	0.18
QSB	D1	6.89	1.91	0.18
QSB	D2	6.90	1.80	0.18
QSB	D3	6.88	1.75	0.18
QSB	D4	6.89	1.60	0.27
QSB	D5	6.91	1.37	0.27
QSB	D6	6.89	1.35	0.45
QSB	D7	6.96	1.28	0.45

QCB: Queso con Berrie (aguaymanto), QSB: Queso sin Berrie (aguaymanto)

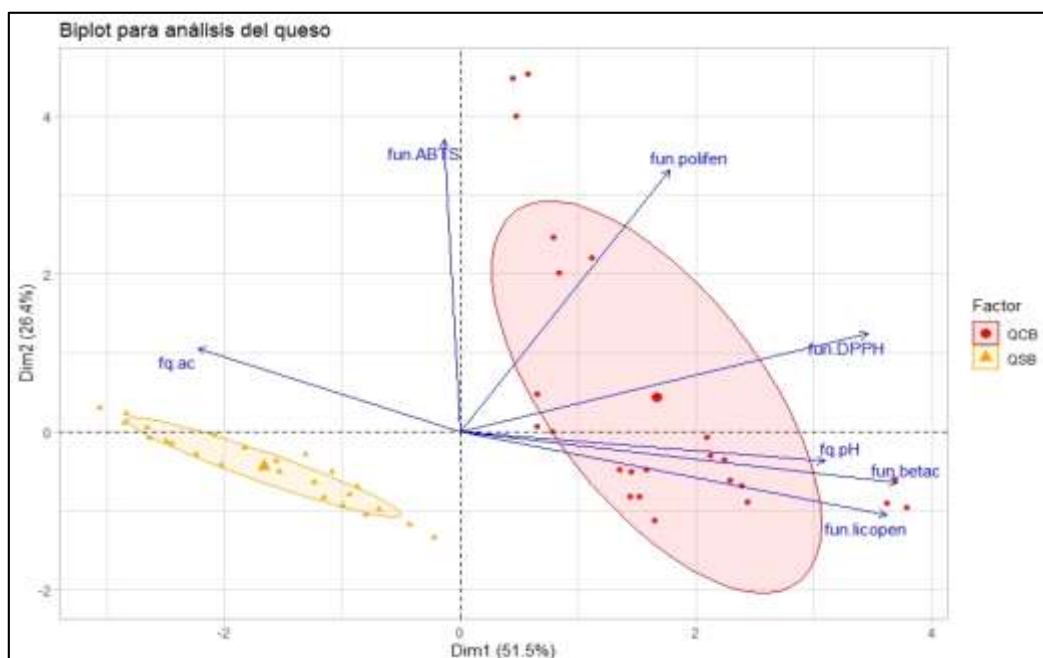
Tabla 19. Evaluación de la vida útil del queso.

PREDICTIVO	
n (0)	0.8970
n (1)	
Acrit	1.28
A(o)	3.26
k(días-1)	0.16
SL (días)	12.007

b. Análisis de componentes principales (PCA) del queso

En la Figura 9 se presenta un análisis de componentes principales, en la que se explican las dimensiones. Se puede observar dos grupos muy diferenciados de los valores observados en los análisis del queso con berrie y sin berrie desde el día 0 hasta el día 7 de evaluación; el QCB presenta mayores valores de compuestos funcionales y fisicoquímico, observamos que se presenta de color rosado en cambio el queso sin berrie presenta valores agrupados en una zona de color amarillo.

Figura 9. Análisis de los componentes principales para el queso (PCA)



Análisis de componentes principales con Library (“FactoMineR”); library (“factoextra”)

QCB: Queso con berry (aguaymanto) y QSB: Queso sin berry (aguaymanto)

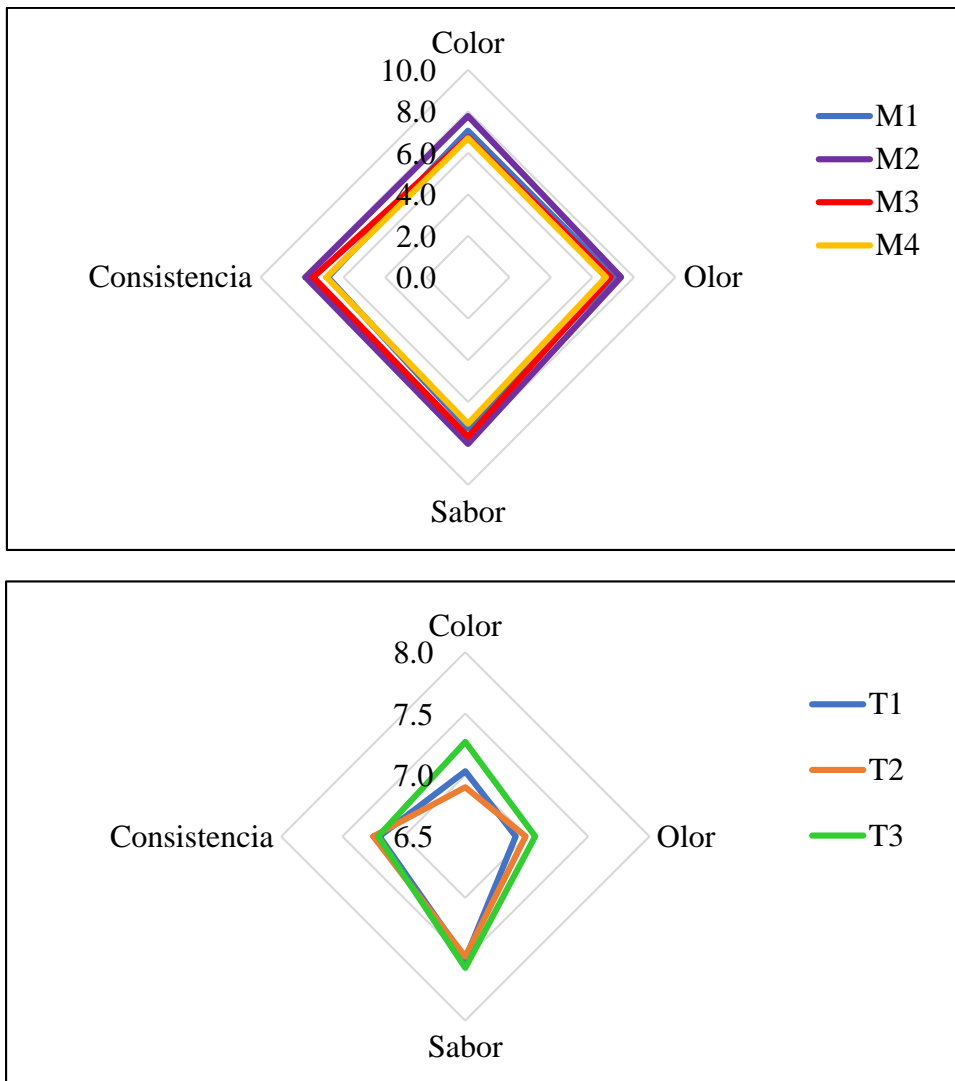
3.4. Resultado de los análisis del helado

a. Evaluación sensorial del helado

Se realizó mediante una escala hedónica, para determinar cuál de ellos tiene mayor aceptación por los panelistas quienes degustaron helado preparado con los cuatro subproductos de berries.

En la Figura 10 podemos ver que los panelistas prefirieron la muestra de helado con subproductos de arándano y con el porcentaje de 3%, el cual es el valor más alto utilizado para elaborar este producto.

Figura 10. Nivel de aceptación para los helados con subproductos de berries.



T: Tratamientos T1(2,0%), T2(2,5) y T3(3,0%); M1: Helado con subproductos de Aguaymanto, M2: Helado con subproductos de arándano, M3: Helado con subproductos de mora y M4: Helado con subproductos de sauco.

En la Tabla 20 y 21 podemos apreciar el análisis fisicoquímico y de compuestos funcionales del helado evaluado en 80 días. Se tomó la muestra cada 16 días. En esta tabla podemos apreciar los valores del helado con subproducto de berrie y sin subproducto de berrie (HCB y HSB respectivamente). Los valores que se observan indican que los HCB poseen mayores concentraciones de compuestos funcionales, no se observa presencia de antocianinas en el helado sin berrie. En ambos casos el pH disminuye y la acidez aumenta según el tiempo de almacenamiento; se presenta una disminución del overum e índice de derretimiento. Para el caso de los compuestos funcionales podemos apreciar que los polifenoles, antocianinas y poder antioxidante sufren una disminución durante el almacenamiento.

b. Análisis de helado

Tabla 20. Análisis fisicoquímico y funcional del helado.

Factor	Tiempo	pH	acidez	Brix	Overrum (%)	Índice de derretimiento (%)
HCB	D0	6.6 ± 0.03	0.40 ± 0.0020	30 ± 0	65.30 ± 0.05	43.70 ± 0.029
HCB	D16	6.5 ± 0.04	0.40 ± 0.0040	30 ± 0	65.00 ± 0.03	43.30 ± 0.097
HCB	D32	6.4 ± 0.03	0.40 ± 0.0010	30 ± 0	64.80 ± 0.01	43.20 ± 0.026
HCB	D48	6.2 ± 0.01	0.40 ± 0.0040	30 ± 0	64.30 ± 0.03	43.10 ± 0.020
HCB	D64	6.1 ± 0.02	0.50 ± 0.0020	30 ± 0	62.90 ± 0.03	43.00 ± 0.025
HCB	D80	6.0 ± 0.01	0.60 ± 0.0050	30 ± 0	61.30 ± 0.01	42.20 ± 0.203
HSB	D0	6.5 ± 0.20	0.30 ± 0.0030	26 ± 0	66.70 ± 0.04	42.00 ± 0.002
HSB	D16	6.4 ± 0.03	0.30 ± 0.0010	26 ± 0	62.50 ± 0.05	38.80 ± 0.001
HSB	D32	6.2 ± 0.03	0.40 ± 0.0010	26 ± 0	62.50 ± 0.05	38.10 ± 0.001
HSB	D48	6.2 ± 0.03	0.40 ± 0.0060	26 ± 0	62.00 ± 0.01	36.40 ± 0.002
HSB	D64	5.8 ± 0.03	0.40 ± 0.0020	26 ± 0	59.70 ± 0.02	36.30 ± 0.001
HSB	D80	5.8 ± 0.01	0.40 ± 0.0030	26 ± 0	59.60 ± 0.01	36.10 ± 0.003

HCB: Helado con Berrie (arándano) y HSB: Helado sin Berrie (arándano)

Tabla 21. Análisis funcional del helado.

Factor	Tiempo	DPPH (μMTE)	ABTS (μMTE)	Antocianinas (TMA)	Polifenol (mg AGE/L)
HCB	D0	433 \pm 17.105	731 \pm 63.63	2.10 \pm 0.42	1.6 \pm 1.30
HCB	D16	417 \pm 48.572	877 \pm 25.02	2.00 \pm 0.77	0.8 \pm 0.11
HCB	D32	401 \pm 21.170	544 \pm 22.69	1.80 \pm 0.33	0.7 \pm 0.11
HCB	D48	481 \pm 22.194	875 \pm 58.12	2.20 \pm 0.26	0.9 \pm 0.25
HCB	D64	384 \pm 36.868	884 \pm 48.23	1.90 \pm 0.26	0.9 \pm 0.11
HCB	D80	453 \pm 13.472	914 \pm 48.23	1.90 \pm 1.40	0.8 \pm 0.03
HSB	D0	27 \pm 10.715	458 \pm 12.02	0.00 \pm 0.00	0.6 \pm 0.12
HSB	D16	38 \pm 10.184	492 \pm 15.03	0.00 \pm 0.00	0.4 \pm 0.06
HSB	D32	16 \pm 10.184	503 \pm 15.03	0.00 \pm 0.00	0.4 \pm 0.06
HSB	D48	31 \pm 10.715	542 \pm 11.55	0.00 \pm 0.00	0.4 \pm 0.08
HSB	D64	62 \pm 14.530	586 \pm 53.89	0.00 \pm 0.00	0.4 \pm 0.09
HSB	D80	85 \pm 8.8190	632 \pm 29.06	0.00 \pm 0.00	0.4 \pm 0.12

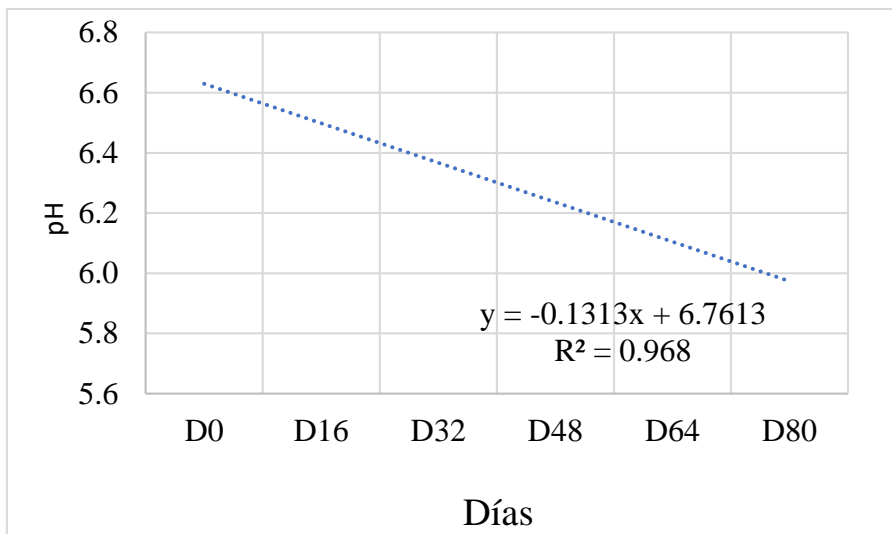
HCB: Helado con Berrie (arándano) y HSB: Helado sin Berrie (arándano)

c. Determinación de vida útil del helado

Se realizó un análisis del helado con berrie (HCB) y sin berrie (HSB) evaluados en 80 días para determinar el comportamiento, además se analizó los valores de pH en 80 días de evaluación, el valor crítico de pH va desde 5.5 hasta 7 según Hough & Fiszman (2005).

En la Figura 11 se puede apreciar el comportamiento del pH en los 80 días de evaluación, en la cual se obtuvo la ecuación que servirá para predecir la vida útil utilizando la ecuación de primer orden.

Figura 11. Evaluación de pH en el HCB en 80 días



En la Tabla 22 presentamos la evaluación de la vida útil según el pH del helado, este valor límite lo alcanzará en 93 días, es decir que la vida útil del helado será de 93 días bajo estas condiciones.

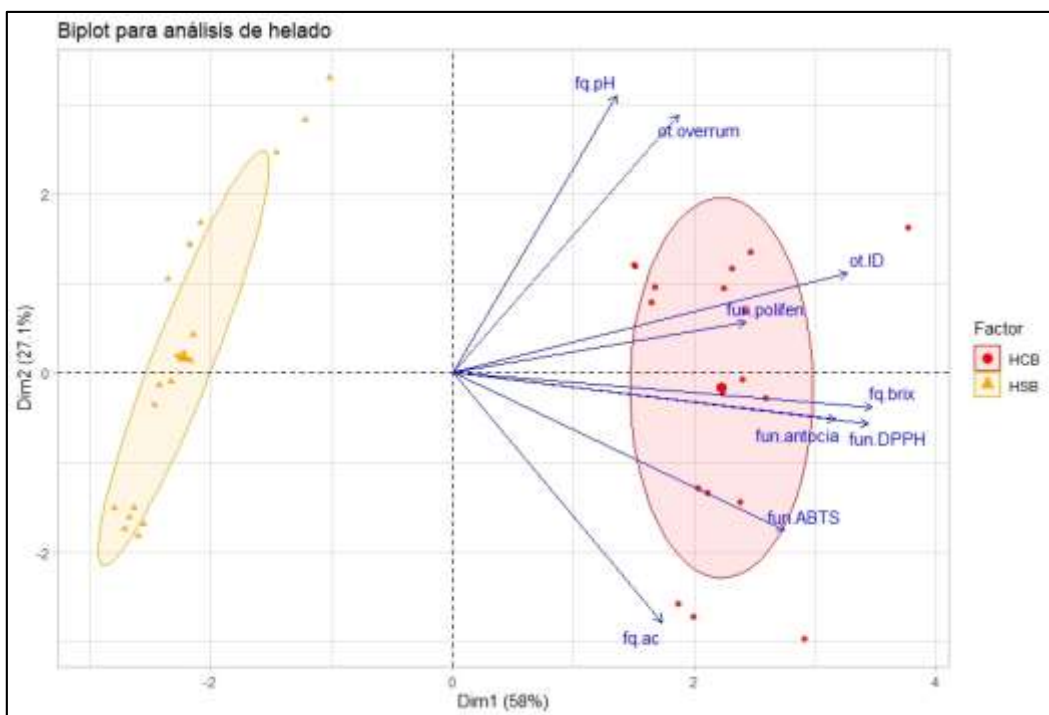
Tabla 22. Vida útil según el pH del helado.

Vida Útil (pH)		
	R2	0.968
	pendiente	0.1313
n(0)=ec de la recta	ordenada	6.7613
	Valor critico	5.5
	valor inicial	6.6
	vida útil (días)	93.3838538

d. Análisis de componentes principales del helado

En la Figura 12 podemos observar un análisis de componentes principales del helado elaborado con subproductos del arándano y sin subproductos del arándano. Podemos observar la separación de dos grupos lo cual indica que los valores obtenidos en los dos casos presentan diferencias estadísticas significativas, en el eje derecho se agruparon los valores obtenidos del análisis del helado con Berrie es una zona que presenta un área bastante grande a comparación del área de izquierda del gráfico.

Figura 12. Análisis de componentes principales para el helado (PCA).



Análisis de componentes principales con Library (“FactoMineR”); library (“factoextra”)

HCB: Helado con berry (arándano) y HSB: Helado sin berry (arándano)

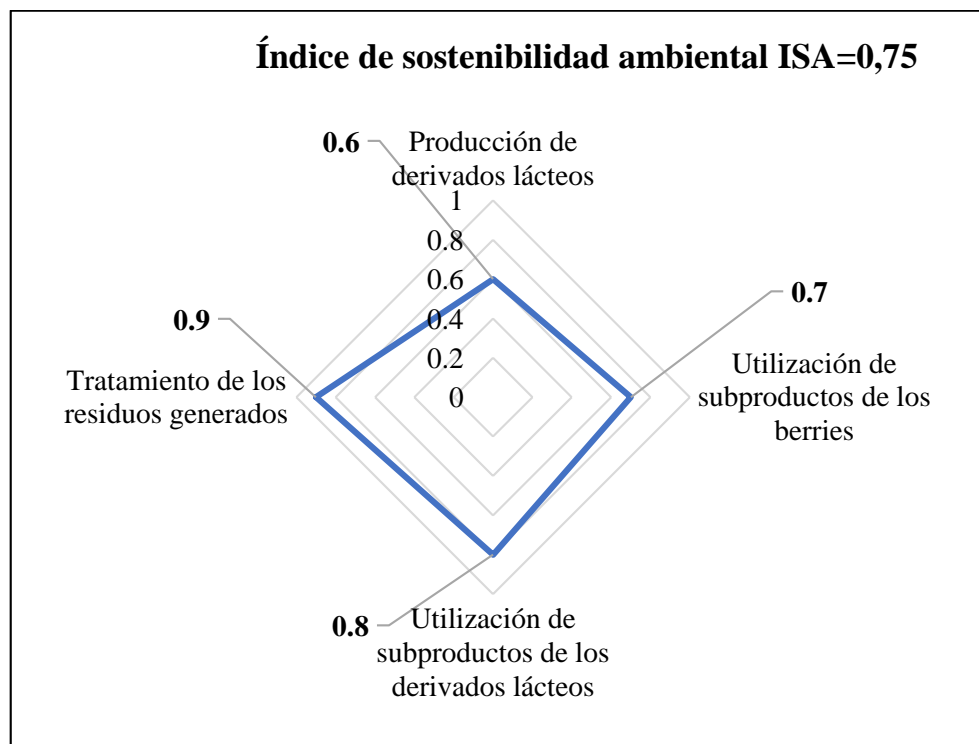
3.4 Resultados de la sostenibilidad del proceso de elaboración de derivados lácteos

Los resultados de los indicadores ambientales del proceso de la elaboración de derivados lácteos. En la Tabla 23 y Figura 13 presentamos los índices de sostenibilidad ambiental igual a 0,75; lo que demuestra una sostenibilidad **estable** para esta dimensión.

Tabla 23. Índice de sostenibilidad ambiental del proceso de elaboración de derivados lácteos.

Indicadores ambientales	Índice
Producción de derivados lácteos	0,6
Utilización de subproductos de los berries	0,7
Utilización de subproductos de los derivados lácteos	0,8
Tratamiento de los residuos generados	0,9
Índice de sostenibilidad ambiental (ISA)	0,75

Figura 13. Representación radial de los indicadores de sostenibilidad ambiental del proceso de elaboración de derivados lácteos.

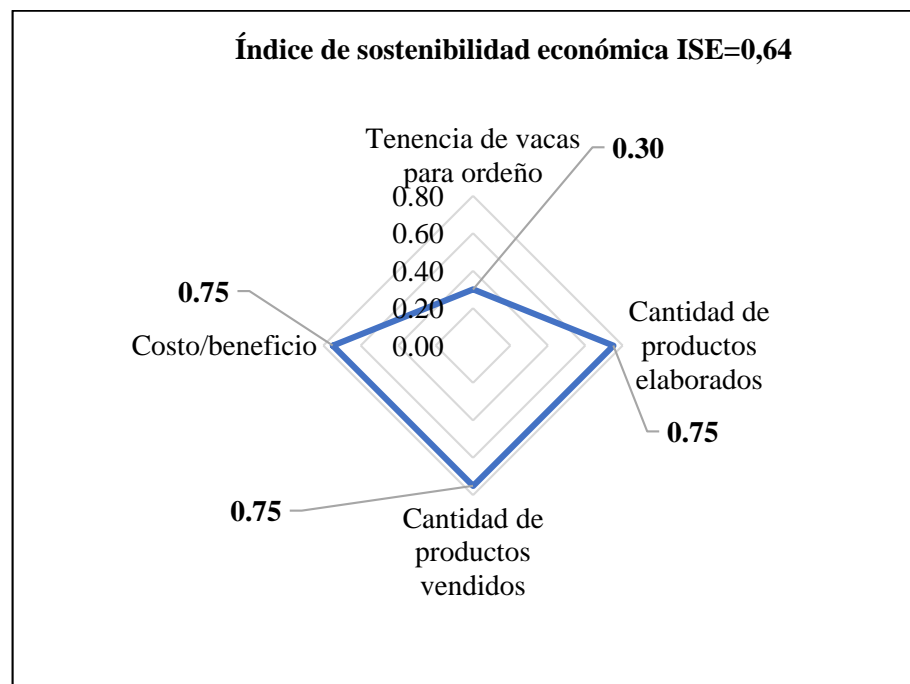


En la Tabla 24 y Figura 14 presentamos los índices de sostenibilidad económica del proceso de la elaboración de derivados lácteos igual a 0,64; que demuestra una sostenibilidad **estable** para esta dimensión.

Tabla 24. Índice de sostenibilidad económica del proceso de elaboración de derivados lácteos.

Indicadores económicos	Índice
Tenencia de vacas para ordeño	0,30
Cantidad de productos elaborados	0,75
Cantidad de productos vendidos	0,75
Costo/beneficio	0,75
Índice de sostenibilidad económica (ISE)	0,64

Figura 14. Representación radial de los indicadores de sostenibilidad económica del proceso de elaboración de derivados lácteos.

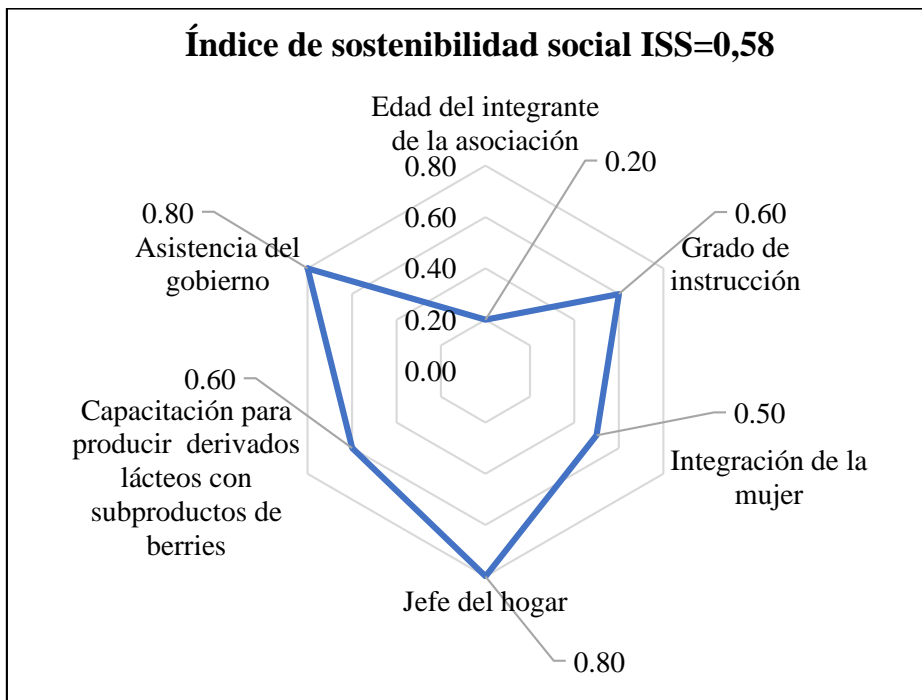


En la Tabla 25 y Figura 15 presentamos los índices de sostenibilidad social del proceso de la elaboración de derivados lácteos igual a 0,58; que demuestra una sostenibilidad **inestable** para esta dimensión.

Tabla 25. Índice de sostenibilidad social del proceso de elaboración de derivados lácteos.

Indicadores sociales	Índice
Edad del integrante de la asociación	0,20
Grado de instrucción	0,60
Integración de la mujer	0,50
Jefe del hogar	0,80
Capacitación para producir derivados lácteos con subproductos de berries	0,60
Asistencia del gobierno	0,80
Índice de sostenibilidad social (ISS)	0,58

Figura 15. Representación radial de los indicadores de sostenibilidad social del proceso de elaboración de derivados lácteos.

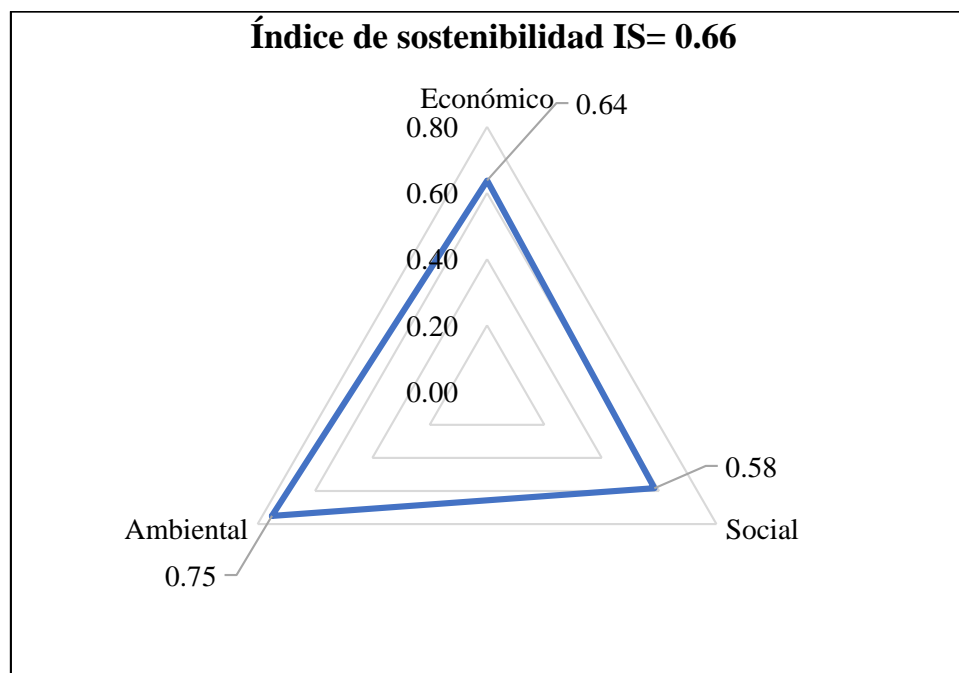


En la Tabla 26 y Figura 16 observamos las dimensiones económico, social y ambiental para el proceso de elaboración de derivados lácteos, los que reportaron el índice de sostenibilidad equivalente a un valor de 0,66 lo que indica que este proceso posee una sostenibilidad **estable**.

Tabla 26. Índice de sostenibilidad social, económica y ambiental del proceso de elaboración de derivados lácteos.

Dimensión	Índice de dimensión	de
Económico	0.64	Estable
Social	0.58	Inestable
Ambiental	0.75	Estable
Índice de sostenibilidad	0.66	Estable

Figura 16. Representación radial de los indicadores de sostenibilidad social, económico y ambiental del proceso de elaboración de derivados lácteos.



IV. DISCUSIÓN

4.1. Discusión de los resultados obtenidos en la evaluación del yogur

En el proceso de producción del yogur, la temperatura en la pasteurización destruye microorganismos patógenos así como también fomenta la producción de factores capaces de estimular o inhibir el cultivo iniciador y, lo que es más importante, provocar cambios muy favorables en las propiedades fisicoquímicas de la leche a través de desnaturalización de las proteínas del suero y su unión a las superficies de las micelas de caseína (Hill & Kethireddipalli, 2012). En ese sentido, el yogur fue elaborado en la presente investigación, teniendo en cuenta el punto isoeléctrico o punto de gelificación, que es cuando el pH alcanza 4,6 al momento de la incubación la cual se realiza a 45°C durante cinco horas y media; en esta etapa del proceso es importante realizar un enfriamiento para que el producto final tenga el nivel deseado de acidez y estructura de gel. Se debe tener especial cuidado con el enfriamiento lento, que puede aumentar la acidez del yogur, el enfriamiento muy rápido puede conducir a la separación del suero, posiblemente debido a la contracción excesiva de la matriz proteica (Rasic y Kurmann, 1978). Por otro lado, durante la fermentación de la leche a yogur, el azúcar de la leche se convierte parcialmente en ácido láctico por la acción de varias enzimas, que se originan del crecimiento de bacterias acidolácticas. Esto provoca una disminución suficiente del pH, lo que da como resultado una desestabilización de las micelas de caseína, una mayor liberación de moléculas de caseína individuales (Hill & Kethireddipalli, 2012). Los microorganismos utilizados fueron cultivos de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, los cuales coexisten e interactúan beneficiosamente en una relación asociativa estable también conocida como protooperación en la que se da un intercambio de metabolitos y/o factores estimuladores, la mayoría de las cepas de *S. thermophilus* (no tiene muchos requisitos para reproducirse en la primera etapa) crecen durante el primer crecimiento exponencial al contrario del *L. bulgaricus*. A medida que el pH de la leche comienza a descender, lo cual hace más lento el crecimiento de *S. thermophilus* (que es menos tolerante a los ácidos) pero proporciona formiato, piruvato, folato, CO₂, que estimulan el crecimiento del *L. bulgaricus* (que es más tolerante a los ácidos) crezca exponencialmente. El *L. bulgaricus*, libera proteasas y peptidasas que hidrolizan las caseínas en péptidos, que posteriormente se descomponen en aminoácidos los cuales son utilizados por el *S. thermophilus* para soportar una segunda fase de crecimiento

exponencial. El desarrollo de *L. bulgaricus* continúa en la tercera fase de crecimiento (Liu et al., 2022).

4.1.1. Evaluación sensorial del yogur

La evaluación sensorial mide el grado de aceptación o rechazo de un producto elabora. En nuestra investigación, de la figura 7 podemos observar que los panelistas prefirieron la muestra de yogur con subproductos de aguaymanto y con el porcentaje de 3%, el cual es el valor más alto de los tratamientos evaluados. Con esta premisa, Hassanien (2011) indica que el aguaymanto es una buena fuente de provitamina A, minerales, vitamina C y complejos de vitamina B. La fruta contiene un 15% de sólidos solubles (principalmente azúcares) y su alto contenido en fructosa la hace apetecible para los diabéticos. El rendimiento de jugo del aguaymanto es del 72,6% del peso de la baya, pH del jugo es bajo (3,79 a 3,86), el nivel de ácido ascórbico en el (46mg/100 g). Los cuatro tipos de yogur elaborado con subproductos de berries nativos arándano, mora, sauco y aguaymanto presentan características sensoriales aceptables con una puntuación promedio de 7: Me gusta moderadamente y 7.5: Me gusta mucho en relación de los atributos de color, consistencia, olor y sabor. De la prueba Friedman podemos decir que el atributo de sabor es el que posee resultados más altos. En este sentido Dila et al. (2019) evaluaron sabor y color de yogur en 21 días de evaluación en la cual los valores se mantuvieron constantes, por lo que podemos indicar que nuestro yogur ha tenido mayor tiempo de almacenamiento.

Ott et al. (1997) mencionan que el yogur posee alrededor de 90 compuestos de sabor como carbohidratos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ácidos, ésteres, lactonas, azufre, compuestos, pirazinas y derivados de furano; se ha descubierto que el acetaldehído es un componente indispensable del sabor típico del yogur a manzana verde (Gaafar, 1992 y Bodyfelt et al., 1988). Zedan et al. (2021) mencionan que el tipo de tratamiento y la buena consistencia del yogur significa tener una textura firme cohesiva sin deshidratación o sinéresis, del mismo modo, el nivel de acidez y los sabores agrios, rancio y a levadura/moho aumentaron gradualmente durante el periodo de almacenamiento.

4.1.2. Análisis del yogur

4.1.2.1. Análisis fisicoquímico del Yogur

En la presente investigación, la tabla 10 refleja que los valores de °Brix se mantuvieron constantes con 20°Brix para el YCB y 17°Brix para el YSB en los 48 días de evaluados en almacenamiento a 4°C.

La acidez se incrementó desde 1,01% hasta 1,65% en el YCB lo cual es mayor que los valores obtenidos del YSB que reportaron desde 0,73% hasta 1,52% en los 48 días de evaluación.

Los análisis de pH reportan una disminución en los 48 días de evaluación, pues el YCB el día 0 reportó 4,06 y en el día 48 reportó 3,96; en cambio el YSB el día 0 presentó un valor de 4,59 y el día 48 un valor de 4,04. Por lo que podemos indicar que la adición del berrie ha provocado la disminución del pH inicial en el yogur, sin embargo, presenta más estabilidad que el YSB en almacenamiento. Los valores de pH observados en este estudio son comparables al estudio de (Benitez, 2011) que manifiestan que la razón de la disminución del pH se puede atribuir a la actividad de microorganismos benéficos o dañinos. Este comportamiento de disminución, puede deberse a las enzimas que quedan de la actividad de las bacterias cebadoras durante el proceso de fermentación. En este estudio se pudo verificar que el día 16 y 32 existe un ligero incremento de pH, en este sentido Zedan et al. (2021) manifiestan que además con el agotamiento de las fuentes de azúcar, los microorganismos consumen las proteínas de medio, lo cual genera un ligero aumento del pH en el producto. Hajiei et al. (2017) informaron una tendencia similar referente a la disminución del pH en almacenamiento. En esta sintonía, Schneider-Teixeira et al. (2022) evaluaron pH del yogur en 21 de almacenamiento a una temperatura de 4°C, reportando parámetros entre 4 y 5 como el medio óptimo para evitar la degradación del color, ya que en condiciones fuertemente ácidas o alcalinas provocan cambios estructurales en las moléculas de las betalaínas (compuestos de color rojo que se encuentran en alimentos como la remolacha). También, Tsai et al. (2010) al evaluar la estabilidad del pH de las betacianinas del cereal djulis (*Chenopodium fromosanum*), observaron que la mayor estabilidad del pigmento y vida media se lograba a pH 5, con un color rojo característico, además indican que la estabilidad térmica está directamente relacionada con el pH, así como

la capacidad antioxidante está relacionado con el color de los pigmentos de los berries. En este marco Szoltysik et al. (2021) realizaron un estudio de yogures enriquecidos con extracto seco de bayas en concentración de 0,1% (p/v); para lo cual analizaron pH y sus propiedades fisicoquímicas y antioxidantes se durante 14 días de almacenamiento en condiciones de refrigeración. Los estudios demostraron que esta sustancia si es útil para la producción de yogur debido a que este berrie influyó significativamente en el color del yogur y su potencial antioxidante.

La disminución del pH se puede atribuir al proceso normal de hidrólisis de los pigmentos presentes en el yogur al adicionar los subproductos de los berries nativos que se produce durante el almacenamiento refrigerado. Dila et al. (2019) indicaron que el pH del yogur producido a un pH de 4,6 produce la máxima interacción proteína-polifenol, esta interacción disminuye dependiendo de la reducción del pH.

Por otro lado, en la presente investigación se determinó el comportamiento de la sinéresis en los 48 días de almacenamiento; el proceso de agregar los subproductos secos de los berrie nativos produce un incremento de la sinéresis, comparados en el día 0, pues se observa en el YCB en el día 0 un 37,32% y YSB 34,24%: El tiempo de almacenamiento incrementa los valores de sinéresis probablemente debido a la disminución del pH, por lo que (Szoltysik et al., 2021) compararon yogur fortificado y yogur patrón y observaron que la cantidad de agua liberada en cada muestra no varió hasta los 14 días de evaluación. Por su parte Zedan et al. (2021) analizaron la sinéresis de yogur en 21 días, en la que se observa un incremento de valores de 11% a 15%, indicaron que este resultado tiene relación con el incremento del ácido láctico durante el almacenamiento y la disminución de pH. Este fenómeno puede deberse a que las proteínas que componen las redes de gel, pierden sus propiedades y por lo tanto su vínculo con el agua se rompe.

En el caso de la viscosidad se encontró la disminución marcada del YCB en el día 0 de 963,6% hasta 348% en el día 48; para el caso del YSB podemos observar en cambio un incremento que presenta en el día 0 con 825,6% hasta el 899,91%.

Los sólidos añadidos mejoran la viscosidad del yogur y su consistencia, además de contribuir a funcionalidades específicas relacionadas al material añadido (por ejemplo, los fosfolípidos del suero de leche poseen propiedades emulsionantes). Como en nuestro caso el añadir aguaymanto mejora las características funcionales.

Por otro lado, los estudios reológicos realizados en este estudio, mostraron que el YCB exhibe un comportamiento pseudoplástico (adelgazamiento por cizallamiento), los valores de viscosidad no son valores constantes, ya que intervienen muchos factores que influyen, así lo señala (Altay, 2017), el comportamiento reológico de una matriz alimentaria es una propiedad física importante que tiene una asociación directa con la calidad general del producto y las características de procesamiento, pues la determinación de las propiedades reológicas sirve para determinar la funcionalidad de cualquier componente dado en el producto desarrollado, esta condición sirve para evaluar la vida útil de los alimentos. Así la reología está relacionada con la aceptabilidad, procesamiento y manipulación de alimentos.

4.1.2.2. Análisis de compuestos funcionales

En nuestra investigación el valor de fenoles totales del extracto del aguaymanto liofilizado fue de 25,44mgAGE/g; antocianinas totales de 0,29TMA/100g y un valor de DPPH de 664,17 μ MTE/g.

Sin embargo, los valores de polifenoles encontrados en el YCB en el día 0 fue de 0,167mgAGE/100g y el día 48 fue de 0,200mgAGE/100g. A comparación del YSB que no reportó ningún valor. Por su parte, (Szoltysik et al., 2021) indican que los polifenoles y las proteínas forman uniones complejas y estas aumentan a medida que aumenta el grupo hidroxilo en los compuestos fenólicos. En consecuencia, el yogur con aguaymanto tiene mayor número de grupos hidroxilo. Por otro lado (Belitz et al. 2004) reportaron 6,3mg/100g equivalentes al ácido cafeico, siendo el principal compuesto fenólico la quercetina, seguido de la miricetina y el kaempferol.

Zia & Alibas (2021) encontraron alrededor de 12 mg GAE/100g de yogur tipo batido, con adición de fortificantes encapsulados (extracto de guinda en liposomas recubiertos de quitosano), almacenado durante 21 días, indicaron que los polifenoles reportaron un incremento en el día 7 de evaluación, manteniéndose constante hasta el día 14, pero empieza a disminuir en el día 21.

Los valores de DPPH sufrieron un incremento en el YCB, desde 306,67 μ MTE/100g en el día 0 hasta 335,83 μ MTE/100g en el día 48, el mismo comportamiento lo presenta el YSB en el día 0 con un valor de 273,33 μ MTE/100g y en el día 48 se

reportó 293,33 μ MTE/100g. En ese sentido, Szoltyzik et al. (2021) analizaron yogur enriquecido con berrie durante 14 días de almacenamiento, el contenido de antocianina fue disminuyendo y la actividad antioxidante en los productos se mantuvo estable; obtuvieron 31,11gGAE/100g del berrie analizado.

El análisis de ABTS reportan un incremento de los valores a lo largo de los 48 días de almacenamiento, en el YCB en el día 0 encontramos un valor de 307,50 μ MTE/100g y para el último día de análisis se reportó 561,67 μ MTE/100g y para el caso del YSB se reportó 264,17 μ MTE/100g en el día 0 y 289,42 μ MTE/100g para el día 48.

(Belitz et al., 2004) indican la disminución de la actividad antioxidante a los 7 días de almacenamiento, coincidiendo con la disminución del contenido de fenoles totales. Por su parte Joy Ujiroghene et al. (2019) determinaron el efecto de la germinación de la quinua adicionada al yogur, el contenido de polifenoles totales fueron los más altos en el yogur de quinua germinada de ambos cultivares; también registró altas capacidades antioxidantes con 2,21, actividad de eliminación de 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) y ensayo de eliminación de cationes radicales (ABTS*+). Así, se concluyó que el yogur elaborado a partir de quinua germinada podría servir como yogur funcional beneficioso para la salud humana. En este contexto Aadil (2023) indica que los valores encontrados en la investigación de yogur elaborado con papa en polvo hidrolizado mostró valores superiores en comparación del yogur elaborado en base a polvo de papa no hidrolizado. Probablemente, las propiedades antioxidantes de yogur se atribuyen a la participación de muchos aminoácidos, diferentes ácidos y péptidos moleculares pequeños y péptidos bioactivos, producidos durante la fermentación. Además de esto, los polifenoles de las plantas mejoran en gran medida las propiedades antioxidantes de los yogures.

Es interesante mencionar que en el estudio realizado se ha determinado la presencia de polifenoles en el aguaymanto los cuales contribuyen al aumento

actividad antioxidante de del YCB a comparación del YSB, por lo tanto, el uso de subproductos de aguaymanto, permiten elaborar un producto beneficioso para la salud.

Estos resultados pueden deberse a que los compuestos funcionales en almacenamiento son inestables debido al cambio de color que sufren al degradarse. Los berries liofilizados ceden sus propiedades antioxidantes al medio en el que se encuentran expuestos, algunos indicios de ello lo mencionan Zia & Alibas (2021) quienes almacenaron yogur con extracto de cereza por 21 días y observaron cambios relacionados al incremento de propiedades funcionales, ellos concluyeron que la capacidad de interacción de los compuestos fenólicos con las proteínas de la leche en los productos lácteos afecta de manera positiva su funcionalidad. En este marco, Nemetz et al. (2021) reportaron una liberación continua de polifenoles de la baya durante el período de almacenamiento debido a que se encuentran en la pared celular de la cáscara. Esto puede explicar la concentración de compuestos fenólicos totales durante los 14 días de almacenamiento, por otro lado, en el caso del yogur sin subproducto de berrie no existe lectura de polifenoles.

Los Carotenoides

En la presente investigación se reporta una disminución para el caso del YCB reportó $7,11 \mu\text{MTE}/100\text{g}$ en el día 0 y $0,15 \mu\text{MTE}/100\text{g}$ en el día 48; y en el caso del YSB se reportó un incremento de concentración del betacaroteno $0,93 \mu\text{MTE}/100\text{g}$ en el día 0 y $1,40 \mu\text{MTE}/100\text{g}$ en el día 48.

En referencia al Licopeno se reporta una disminución de concentración, en el día 0 fue de $6,03 \mu\text{MTE}/100\text{g}$.

El yogur disminuye la liberación y la incorporación del betacaroteno en el medio lácteo debido al punto isoeléctrico Donhowe et al (2014) indican que el pH del medio afecta a su degradación, al ser un alimento viscoso, retrasa la liberación en el medio y produce la degradación estructural, mencionan también la existencia de la relación entre la presencia de fibras provenientes del berrie en el yogur que intervienen en la disminución de la concentración de los carotenoides.

Por otro lado Hassanien (2011) y Campestrini et al. (2019) realizaron la investigación sobre los carotenoides en tomate, indicando la presencia de licopeno y β -caroteno con una actividad antioxidante a $400 \mu\text{g}/\text{mL}$, alcanzando 82% y 97% de DPPH. En esta investigación se realizó la extracción de la muestra con metanol y agua (50:50 v/v) para los berries liofilizados, sin embargo, para el extracto de las muestras de yogur se realizó la extracción con ácido clorhídrico en una

concentración 4N, acetona y éter de petróleo. En ese sentido, Camavilca & Leyva (2015) señala que para extraer carotenoides el solvente más adecuado es el metanol mezclado con agua 50:50 % para las muestras que tienen pigmentos de color rojo y de color amarillo y la proporción de 70:30 % para la muestra que poseen pigmento anaranjado. Sin embargo, en nuestra investigación se tuvo que realizar dos diferentes extracciones, en el subproducto liofilizado y en el yogur con subproducto.

4.1.2.3. Determinación de vida útil del yogur

Se ha realizado la evaluación de la vida útil respecto al comportamiento de los carotenoides y la acidez del yogur evaluados en 48 días: Con el aumento del tiempo de almacenamiento en los primeros cinco días se observa una disminución de pH de ambas muestras de yogur (YCB y YSB) en la segunda semana el YCA presenta un incremento hasta la tercera semana, posteriormente se observa una disminución; en el caso del YSB se puede observar una disminución constante del pH. Según Zedan et al. (2021) en una investigación de yogur evaluada por 15 días, se presentó en la segunda semana de evaluación, el número de acidez en las muestras aumentó y de la segunda debido a que los microorganismos generan la producción de sustancias como el ácido láctico y otros compuestos que modifican el medio. La disminución de pH puede deberse al agotamiento de las fuentes de azúcar (Moschopoulou et al., 2018). El aumento de la acidez de las muestras de yogur se debe a la producción de ácido láctico por bacterias. Además, notó que el mayor cambio en la acidez, ocurrió dentro de la primera semana de almacenamiento y resultado de la fermentación de lactosa residual.

Por otro lado, el YSB tiene valores de carotenoides que inicia con 0,99 μ gEBC/g y a los 32 días presenta un valor de 1,47 μ gEBC/g. El YCB contiene un valor inicial de 7,11 μ gEBC/g y al día 32 ha llegado a un valor de 2,034 μ gEBC/g. Considerando el valor crítico de 1,47 debido a que en 32 días de evaluación el valor de la acidez titulable en el yogur con aguaymanto no representa diferencia significativa. Finalmente se utilizó la ecuación de primer orden de la que se obtuvo un valor de 37 días de vida útil, teniendo como referente el YSB debido a que es un producto nuevo y no se encontró otra referencia bibliográfica que indicara el valor crítico,

además se ha tenido en cuenta la evaluación de control de calidad a la acidez titulable.

4.1.2.4. Análisis de componentes principales (PCA) del yogur

En la figura 8 observamos el análisis de los componentes principales, del cual podemos comprobar que a medida que avanzaba el almacenamiento, las muestras se distribuyeron claramente en diferentes regiones en el diagrama de carga de PCA. El resultado de los diversos análisis realizados en un periodo de almacenamiento de 48 días para el yogur sin berrie (YSB) se observa una separación de los análisis realizados al yogur con berrie (YCB). A lo largo del eje PC1, los datos del YSB se agruparon en el lado izquierdo, mientras que los datos del YCB se agruparon en el lado derecho. Tal como lo mencionan Gao et al. (2021) en su estudio sobre el ACP de salvado de arroz durante el almacenamiento, se encontró 2 componentes principales y los perfiles volátiles almacenados durante dos semanas se separaron a lo largo del eje PC1, los períodos de almacenamiento temprano se agruparon en el lado izquierdo, mientras que los períodos de almacenamiento tardío se agruparon en el lado derecho.

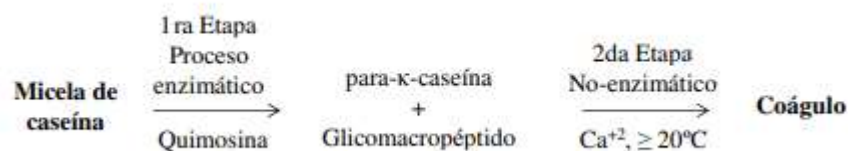
Al igual que Souza et al. (2022) realizaron un mapeo de los productos de yogur en base a en los dos primeros componentes principales (PCA-biplot) observando dos componentes que representaron el 67% de la varianza total observada entre las muestras, pues las trayectorias de ambos yogures no convergen hacia un punto, mostrando la existencia de claras diferencias en los datos de acidez que se ubican en el cuadrante superior derecho y la cremosidad y el frío se ubican en el cuadrante superior izquierdo; el vector cremosidad está relacionado con la viscosidad.

4.2. Discusión de los resultados obtenidos en la evaluación del queso

En primer lugar se realizó el control de calidad de la leche, el pH de la leche fresca de la vaca es 6,7 pues un pH de 5,5 generalmente causa rechazo (López & Novoa, 2009).

El queso posee una estructura tipo gel, conformado por la precipitación de la proteína, por coagulación, engloba en su estructura a los glóbulos de grasa, moléculas de agua, concentración de lactosa, concentración de albúminas, concentración de globulinas, algunos minerales, vitaminas y otras sustancias menores de la leche, las cuales se encuentran presentes en la fase acuosa retenida (Walstra & Jenness, 1984). La

coagulación de la caseína es provocada mediante la acción combinada de enzimas proteolíticas que se encuentran en el cuajo. El proceso de formación del coágulo incluye 2 etapas.



En la primera, la quimosina rompe los enlaces entre los aminoácidos fenilalanina y metionina (Fen-105 y Met-106) presentes en la k-caseína, liberándose el glicomacropéptido en la solución. En la segunda etapa, los agregados de para k-caseína producen el coágulo (Ram, 2012).

Jafarzadeh et al. (2021) indican que el queso es un producto perecedero por su dinámica de cambios microbiológicos y bioquímicos durante la fabricación, maduración y comercialización. La clasificación de quesos por contenido de humedad es más común (Restrepo, 2010). Un tipo de queso es el suave que contiene más de 40% de humedad.

4.2.1. Evaluación sensorial del queso

De la figura 9 podemos evidenciar que de las muestras de queso con subproducto de aguaymanto, mora, sauco y arándano; la muestra con mayor aceptación fue el queso elaborado con subproducto de aguaymanto a una concentración de 3%.

Así también reportaron Ganesan et al. (2014) en el análisis sensorial los panelistas llenaron la ficha de evaluación con una escala hedónica de 9 puntos; reportaron que los valores menores de 1% de sal producen menor puntuación. Pues la sal ayuda a expulsar el suero, la sal es un conservante y además es un acentuador del sabor.

(Ram, 2012) indican que en quesos frescos la exposición a la luz es la causa principal de oxidación, aparición de aromas atípicos (desagradables) y cambios en el color (Mortensen et al., 2004).

En este sentido Kebeya et al. (2021) realizaron una investigación del queso elaborado con polvo de camote anaranjado del 0% hasta 5,5% en intervalos de 0,5% utilizaron una escala hedónica de siete puntos para evaluar la aceptabilidad del producto con base en color, aroma, acidez, textura y fibrosidad; las puntuaciones

hedónicas para todos los atributos sensoriales, excepto el color, no fueron significativamente diferentes ($p > 0,05$) entre el control y los tratamientos.

Himed-Idir et al. (2021) hicieron un análisis sensorial de los atributos del queso elaborado con polvo de romero y no se reportaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las diferentes muestras de queso.

Por lo que podemos señalar que los atributos sensoriales en todos los berries tienen puntajes por encima del promedio, es decir son aceptables por los panelistas.

4.2.2. Análisis del queso

4.2.2.1. Análisis fisicoquímico del queso

En la tabla 15, de la presente investigación se ha determinado que el queso presentó una disminución de pH de 7,20 en el primer día de evaluación a un pH de 6,93 para el día 8 en el QCB en cambio presenta un incremento de pH de 6,81 a 6,96 para el QSB, a comparación de Shen et al. (2014), encontraron valores de pH mayores a 6,1; también Silva et al. (2022) reportaron un pH entre 6,8 y 7,1 en queso fresco; a la vez menciona que la acidez tiene una fuerte influencia en el sabor, observaron un ligero aumento de la acidez hacia el día 8 y 10 de almacenamiento, aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre tratamientos y tiempo. Ganesan et al. (2014), reportaron un pH de 5,1 a 5,3 posiblemente la lactosa en el momento del desuerado reduce el estrés salino, lo que produce una rápida fermentación de la lactosa en ácido láctico y una mayor reducción del pH después de salar la cuajada y durante el prensado y almacenamiento inicial. La sal influye en el nivel de pH de manera directa; en ese sentido Amjadi et al. (2019), indican que los valores de pH se reducen a lo largo del tiempo de almacenamiento por el desarrollo de CO_2 por la degradación de descarboxilación de lactato y aminoácidos en la superficie del queso por microorganismos, así mismo; Masotti et al. (2012) evidenciaron el aumento de la acidez hasta 1,5% ; Gonzales & Puente de la Vega (2017) indican haber encontrado valores de pH entre 6,53 a 5,4; Así también reportaron Ganesan, et al. (2014) al realizar la investigación en queso tipo Cheddar con un 6,3 de pH.

En el presente estudio pudimos observar los valores de acidez presentan un incremento desde 0,165% en el primer día de evaluación, hasta 0,270% en el día 8 de evaluación para el caso del QCB, en cambio en el QSB presenta mayor

incremento desde el primer día de evaluación 0,18% hasta 0,450% en el día 8 de evaluación; este factor incide en el sabor y los cambios que experimenta la nueva estructura proteica (cuajada) del queso, se generó una relación directa con la sinéresis (si el medio es ácido la sinéresis se incrementa) y textura final (Pinho et al., 2004). Así también, la sinéresis se ve afectada por todo el proceso de elaboración del queso y también por la presencia de calcio libre que se encuentra en el medio al que está expuesto, esto genera la fusión de la caseína a la red proteica de la cuajada (Walstra & Jenness, 1984). En este sentido el uso de cuajo natural genera quesos de mayor dureza (bajo prueba de compresión y penetración), adhesividad y elasticidad con respecto al cuajo comercial (Liu et al., 2022).

4.2.2.2. Análisis funcional del queso

En la tabla 16 en nuestra investigación pudimos observar que el valor de polifenoles totales se incrementa según el tiempo de almacenamiento probablemente debido a que el subproducto del aguaymanto que se adicionó el día cero de evaluación, va desprendiendo de forma gradual los polifenoles en el medio lácteo, desde 0,493mgAGE/g en el primer día de evaluación hasta 1,211mgAGE/g en el día 8 para el QCB, sin embargo para el QSB no se reportó ningún valor; así mismo en el caso del DPPH en el QCB los resultados obtenidos reportaron un incremento desde el día 0 con 226,11 μ MTE, hasta el valor de 240,56 μ MTE para el día 8; sin embargo para el QSB se reportó una disminución desde 21,67 μ MTE hasta 11,67 μ MTE. En ese sentido, en la investigación realizada por Himed-Idir et al. (2021), sobre queso elaborado con polvo de romero en diferentes concentraciones, reportaron un pH de 6,58, actividad de polifenoles totales y antioxidante de los quesos varió de acuerdo con la cantidad de extracto de romero agregado, es decir a mayor concentración de romero agregado, mayores fueron los valores de compuestos funcionales reportados. Resultados similares obtienen algunos investigadores que han complementado productos lácteos con extractos de plantas (Hachana et al., 2021), por lo que podría indicarse que existe una relación directa entre la concentración de subproductos utilizados y los valores de Polifenoles y DPPH en los quesos.

Himed-Idir et al. (2021) indican que los componentes antioxidantes mejoran con la incorporación de tejido vegetal deshidratado, del mismo modo Terpou et al. (2017) indicaron de que el queso enriquecido con bayas mejora las características funcionales del producto debido a que potencian los beneficios que otorgan a la

salud del consumidor. Debido a estas conclusiones de los autores podemos mencionar que, en nuestra investigación, el queso elaborado con subproductos de las bayas, presentan una alternativa saludable para la industria de los derivados lácteos, se puede complementar de esta manera el queso con antioxidantes naturales. Terpou et al. (2017) señala que al agregar una baya deshidratada se obtiene resultados positivos referente a la capacidad funcional del queso

Por otro lado, Pasini Deolindo et al. (2019), mencionaron que el queso Petit Suisse comercial almacenado durante 28 días presenta disminución de la acidez titulable total y aumento de pH, es de destacar que el queso con el tratamiento control no presentaron actividad fenólica detectable, lo que da a entender que este tipo de queso comercial no se produce utilizando ingredientes con potencial antioxidante. Los polifenoles pueden oxidarse durante el almacenamiento de alimentos porque son afectados por factores como luz, temperatura, pH, enzimas y humedad relativa; por lo que se espera una disminución de algunos compuestos en los productos almacenados. Vital et al. (2018) observaron una disminución en el contenido de fenoles totales de un helado formulado con jugo de uva morada después de 40 días de almacenamiento. En el trabajo de Ramos et al. (2017), se observó un aumento en el contenido de fenoles totales en la leche fermentada elaborada con extracto liofilizado de clavo de olor y mate verde al día 14 de almacenamiento, y según los autores este resultado puede estar relacionado con la solubilización de sustancias reductoras en la matriz láctea.

El-Sayed & Youssef (2019) investigaron adiciones de hierbas al queso, reportando mejoras del sabor y el olor del queso y prolongación de la vida útil. El queso con pimienta fresca y hierbas frescas y secas presentó excelentes propiedades sensoriales, particularmente con pimiento rojo dulce fresco. Además, el romero seco tuvo la máxima actividad antibacteriana y antioxidante debido a su alto contenido de ácidos rosmarínico y cafeico, así como fenólicos y flavonas. Los estudios in vitro demostraron que los extractos de plantas tienen potencial como buenos conservantes naturales y antioxidantes (Youssef & El-Sayed, 2018). Bakheit y Foda (2012) determinaron la actividad antioxidante de especias divididas como pimienta negra, comino negro y clavo de olor, usando la prueba (DPPH). La actividad antioxidante de los quesos especiados fue menor que la de

las especias en polvo y no se vio afectada por el almacenamiento a diferentes temperaturas. Además, Mahgoub et al. (2013) estudiaron el efecto de añadir 0,1% y 0,2% (p/p) de aceite de *Nigella sativa* al queso Domiati, la adición de 0,2% de aceite mostró el máximo potencial antimicrobiano efectivo sobre patógenos y mejoró las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del queso. Coskun y Tunturk (2000) indican que la adición de hierbas al queso mejoró la lipólisis y la proteólisis, lo que aceleró la maduración del queso con hierbas. Sin embargo, el nivel de hierbas no debe exceder el 2 % de la leche para queso que resultó en el nivel sensorial máximo aceptable. Además, Tarakci y Temiz (2009) describieron que el queso turco a base de hierbas fabricado con las especies de hierbas, reportaron que el extracto de jengibre es el agente más activo para reducir la carga microbiana y prolongar la vida útil del queso blando de África Occidental almacenado durante 15 días (Belew et al., 2005).

La adición de aceite de clavo de olor en concentraciones de 0,5 y 1% disminuyó significativamente la tasa de crecimiento de microorganismos, concentraciones mayores interfieren negativamente en las propiedades sensoriales del queso (Vrinda-menon y Garg, 2001), sin embargo, el clavo de olor tiene un uso potencial como conservantes naturales de alimentos. Mohamed et al. (2018) informaron que la adición de *Moringa oleífera* en proporciones de 2,00, 3,00 y 4,00 g/100 g extienden la vida útil hasta cuatro semanas y aumentan los recuentos de probióticos, el contenido total de fenoles y la actividad antioxidante de los productos finales. Marinho et al. (2015) proporcionaron evidencia de que el recubrimiento de queso con las hojas de romero deshidratado, mejoraron las propiedades físicas y fisicoquímicas del queso elaborado con leche cruda o pasteurizada en comparación con el testigo

Jafarzadeh et al (2021) indican que para prolongar la vida útil del queso es importante incorporar un agente que le brinde características organolépticas aceptables, así como antimicrobianas y de alguna manera le brinde una barrera para la degradación por la luz ya que este genera oxidación de lípidos. En ese sentido al agregar los subproductos de los berries en nuestra investigación, se ha generado de alguna manera un efecto positivo en los niveles de compuestos funcionales.

4.2.2.3. Determinación de vida útil del queso

De las tablas 17 y 18 en nuestra investigación pudimos observar que la vida útil del queso fue de 10 días a una temperatura de 4°C, según Ganesan et al. (2014), el almacenamiento produce un aumento de la fusión y disminución de las propiedades de estiramiento, esto podría deberse a la proteólisis que se produce durante el almacenamiento y lo cual nos haría suponer que los quesos con menor contenido de sal, tuvieran menos proteólisis y menor fundibilidad. Por su parte Kebeya et al. (2021) indican que, para evaluar la vida útil, se utilizaron recuentos de coliformes totales, *E. coli* y recuentos de levaduras y mohos, reportaron que la vida útil disminuyó con el aumento de la incorporación de porcentaje de camote de pulpa de 5,5%. Jafarzadeh et al (2021) indican que al agregar ciertos productos como los recubrimientos de origen natural, se transfiere propiedades antimicrobianas que retrasan el deterioro del queso, por lo que podemos presumir que al agregarle subproductos de los berries liofilizados, se incrementa la vida útil del queso.

4.2.2.4. Análisis de componentes principales (PCA) del queso

En la figura 10 encontramos el modelo PCA obtenido en la presente investigación que explicó el 51,5% de la variabilidad encontrada en el componente 1 y el 26,4% del componente 2. Por su parte Himed-Idir et al. (2021) hicieron una evaluación del queso elaborado con polvo de romero en el cual los resultados del PCA destacaron una correlación significativa entre compuestos fenólicos y actividad antioxidante, los cuales mostraron correlación con atributos sensoriales como el color, el aumento de las concentraciones de los compuestos fenólicos afectó significativamente en la mayoría de los compuestos, en ese sentido a mayor concentración de polvo de romero, mayor fue el valor de polifenoles y actividad antioxidante. Similar a nuestra investigación, en la que el QCB presenta valores mayores en polifenoles y actividad antioxidante que el QSB.

4.3. Discusión de los resultados obtenidos en la evaluación del helado

4.3.1. Evaluación sensorial del helado

En la figura 11 de nuestro estudio se reporta el resultado de un análisis sensorial en la que se determinó que los panelistas prefieren el helado preparado en base a subproducto de arándano con la más alta concentración formulada. Walstra &

Jeness (1984) indica que el conjunto de componentes deberá proporcionar una estructura uniforme, suave y sin presencia de arenosidad en el helado, la distribución de los cristales de hielo y de los glóbulos de grasa al momento de batir la mezcla del helado es fundamental para las características sensoriales del helado; en cambio Pandey (2021) realizó una investigación de elaboración de helado con zanahoria, el análisis sensorial reveló que el helado de zanahoria negra podría usarse hasta en un 7,5% como ingrediente en productos lácteos con alta aceptabilidad, utilizaron una escala hedónica para evaluar helado con diferentes concentraciones que le otorgaron un color púrpura y que resultó agradable para los panelistas. El helado con 7,5 % de concentrado de zanahoria mostró los puntajes más altos de agrado por su apariencia y color.

4.3.2. Análisis del helado

4.3.2.1. Análisis fisicoquímico del helado

En la tabla 19 podemos observar, en nuestra investigación la disminución de pH para el HCB de 6,6 hasta 6,0 en los 80 días de evaluación. En cambio Torres (1995) encontró valores de pH de 6,7 a 6,8 en helados con frutas nativas del cantón Loja. Estos valores se encuentran dentro del rango normal según lo indica Pandey et al. (2021) que está entre 6 y 7. Por otro lado en nuestra investigación se ha encontrado un incremento de la acidez para el HCB de 0,4 a 0,6 en 80 días evaluados; para el caso de HSB desde 0,3 hasta 0,4 lo que indica que los valores obtenidos son indirectamente proporcionales al pH. Por su lado Pandey et al. (2021) observaron un incremento en el contenido de grados Brix según la concentración de zanahoria al elaborar helado, observaron un incremento de la acidez. En cambio Roy et al. (2022), mencionan que el contenido de overum está relacionado con el porcentaje de proteína, a mayor contenido proteico, menor es el porcentaje de overum. Así también, Abrate (2017) menciona que la formulación de helado presentó un valor de 78% de índice de derretimiento, un pH de 7; 0,14% de acidez titulable y 40% de overum generado en el momento del batido, este dato fue importante evaluar debido a que el contenido de aire que se forma en el momento del batido es una característica de calidad (Sofjan et al., 2004). Ledenbach & Marshal (2010) mencionan que un incremento del overum provoca la disminución del tamaño de los cristales de hielo, pero otro lado, esto indica que existen mayor número de

moléculas de aire por unidad de volumen de helado y esto puede afectar a la mezcla que se había formado provocando un colapso, debido a que las moléculas de aire pueden desplomarse unas encima de las otras. La estabilidad de las moléculas de aire, determinan la calidad del helado ya que interviene en la forma que toma durante el almacenamiento e incluso al momento del derretimiento en la boca. En nuestra investigación hemos encontrado valores mayores de Overum de 65,5% hasta 61,2% para el HCB y de 66,7% hasta 59,6% para el caso del HSB, lo que podría indicar que nuestros productos tienen valores recomendables. Pues al elaborar el helado a través de la etapa del batido se incorpora aire en un 50% aproximadamente, gracias a este procedimiento se adquiere un producto de consistencia muy ligera, si por el contrario la incorporación de aire es menor al 50% se genera un helado muy denso (Oliveira et al., 2012).

En el presente estudio se evaluó el índice de derretimiento es decir la cantidad de helado que se funde en un tiempo determinado debido a la exposición de la temperatura ambiental a partir de una masa inicial de helado de un determinado peso o un determinado volumen. En ese sentido, Hosseini et al. (2019), indican que el tiempo normal que un consumidor tarda en ingerir un helado es de 30 minutos, por este motivo se tomará este tiempo como un parámetro para medir el porcentaje de derretimiento. En nuestra investigación evaluamos el índice de derretimiento por un tiempo de 30 minutos a una temperatura ambiental de 19°C; con un resultado de 43,7% hasta 42,2% en los 80 días de evaluación del HCB y de 42,0% hasta 36,1% para el HSB. Esto sería un valor aceptable según los estudios de Muse & Hartel (2004) en la que indican que las características un factor importante es la capacidad del calor para ingresar en el helado lo cual se determina difusividad térmica que se ve afectada por la rapidez de fusión/derretimiento, y se relaciona indirectamente con el porcentaje de overum, mientras este porcentaje sea mayor se disminuye la difusividad térmica, también le genera la propiedad de aislamiento y como consecuencia, una menor tasa de derretimiento (Alzamora, 2018). Por lo tanto, es importante conocer este índice de derretimiento ya que es muy significativo para el consumidor, además esto depende del nivel de concentración de grasa y de aire, así se explica que aquellos helados que tienen mayor porcentaje de overum o grasa tienden a derretirse más lento. Las moléculas de aire generan un aislamiento, por su parte la grasa genera una estabilidad de la estructura de la espuma (Perumal et al.,

2022). Por otro lado, la fusión o derretimiento de los helados se puede cuantificar a través de la exposición del helado que cae gota a gota desde una malla o tamiz por efecto de la temperatura ambiental en función del tiempo, es importante realizar esta evaluación ya que es un indicador muy confiable para determinar el grado de desestabilización que podría tener el producto elaborado (Bolliger et al., 2000). Según Muse & Hartel (2004), cuando el helado se derrite, ocurre que el calor se traslada desde el aire medio ambiente que es más caliente hacia el producto, esto genera un derretimiento de los cristales de hielo internos, el derretimiento empieza por la parte externa hacia la parte interna, generando un flujo de la solución, en este sentido los helados que poseen alto overum se derriten de manera lenta en cambio aquellos helados que poseen bajo overum se derriten de manera más rápida, es decir la transferencia de calor define el índice de derretimiento el cual está relacionado directamente con el % de overum.

Para la formación de una buena espuma en el helado, las moléculas de proteínas deben ser capaces de trasladarse de manera eficiente y ordenarse para constituir una película que cubra las moléculas de aire, de manera disminuir la desestabilización.

Cuando las burbujas se forman durante la mezcla del helado se genera el armado de la espuma, las proteínas ayudan a formar una película que se dispone entre la fase gaseosa y la fase líquida que le otorga la propiedad de estabilidad a las burbujas generadas en el momento de realizar el batido de la mezcla, es por ello que el momento de realizar el batido es un momento crítico en la elaboración del helado y debe ser controlado minuciosamente el tiempo y temperatura adecuada (Alzamora, 2018).

4.3.2.2. Análisis funcional del helado

En nuestra investigación, la tabla 20 refleja los resultados obtenidos de los compuestos funcionales, los valores de Polifenol, DPPH y ABTS del HCB son mayores a los valores encontrados en YSB. Es decir que la adición de subproductos de arándano ha incrementado la capacidad antioxidante del helado. En se sentido Pandey et al. (2021) encontró resultados excepcionalmente altos referente a la capacidad antioxidante total, el cual es un parámetro único que mide la fuerza de una muestra para extinguir los radicales libres. La actividad antioxidante de productos lácteos mejoró mucho con la incorporación de concentrado de zanahoria

negra. La capacidad antioxidante total de todos los productos lácteos experimentales fue significativamente mayor en comparación con el control (Kammerer et al., 2004). Esto genera un indicio de que las altas concentraciones de polifenoles, flavonoides y antocianinas en los arándanos, son los principales contribuyentes a su alta capacidad antioxidante en el helado.

Pinto et al. (2009) utilizaron jengibre para elaborar helado agregando jugo de jengibre reportando óptimo la adición de 4%. Gabbi et al. (2017) mencionan que el jengibre disminuyó los sólidos totales, el contenido de grasa y proteína y aumentó la ceniza y la fibra; también reportaron incremento de la actividad antioxidante y los fenoles totales. Por otro lado, se redujo el overrun del helado y aumentó la resistencia al derretimiento con la adición de preparaciones de jengibre. Manoharan et al. (2012) estudiaron helado con curcumina como colorante natural, reportando que 0,5 % era el mejor nivel de curcumina en polvo para agregar en la preparación del helado.

Del mismo modo Durmaz et al. (2010) informaron un aumento en la capacidad antioxidante total con la adición de fenoles de cáscara de granada y aceite de semilla de granada en el helado. La mejora en la actividad antioxidante de la muestra experimental podría atribuirse a la incorporación de polifenoles, incluidas las antocianinas, que han demostrado tener altas propiedades antioxidantes (Giusti et al., 2001). Estos resultados están de acuerdo con Prior et al. (2003) quienes demostraron una relación lineal entre la actividad antioxidante y el contenido fenólico total.

La pérdida de antocianinas se puede atribuir tanto a la oxidación como a la condensación de antocianinas (Castaneda-Ovando et al., 2009). Dentro de las sustancias con capacidad antioxidante que se encuentran en el arándano se pueden señalar, no solamente a las antocianinas, sino también a los fenoles por lo tanto, a partir de este *berrie*, se puede obtener un producto como el helado, rico en antioxidantes, especialmente en antocianinas, dando lugar a un alimento con características beneficiosas para la salud. Además, dado que el color juega un rol importante en las características sensoriales de un alimento, los subproductos de los arándanos también podrían ser utilizados como colorante natural, constituyendo una alternativa frente a los colorantes sintéticos.

Se concluye que el helado tiene una estructura compleja basada debido a los componentes sólidos grasos y no grasos, con la influencia de las diferentes fluctuaciones de temperatura en las operaciones básicas del proceso.

Actualmente, el ensayo ABTS es el método preferido para analizar la capacidad antioxidante de las muestras que contienen antocianinas, ya que el radical producido en este método tiene una absorción máxima a una longitud de onda de 734 nm, por lo que reduce las posibilidades de interferencia de las antocianinas que absorben entre la longitud de onda de 460–550 nm (Kuskoski et al., 2006) concluyeron que el ensayo de capacidad antioxidante puede usarse para proporcionar un orden de clasificación de antioxidantes.

El valor de antocianina encontrado en arándano liofilizado fue de 97,40 TMA/g (Antocianinas totales monoméricas). En ese sentido Wong-Paz et al. (2017) encontró un valor de 120 ATM/g en sauco, 11,1 ATM en fresa y 0,4 en sandía (evaluación en fruta fresca). El valor obtenido de antocianinas en el helado al cabo de 80 días de evaluación estuvo entre 2,1 a 1,9TMA/g en HCB, estos valores obtenidos de antocianinas fueron menores en el producto debido a que la estabilidad del producto; un pH superior a 7 produce la degradación rápida de las antocianinas por oxidación con el aire. Esta reacción se ve afectada, por la presencia de sustituyentes presentes en el anillo B. En cambio, a un pH entre 4 y 6, se observa una mezcla en equilibrio de las formas catión flavilio, bases quinodales y carbinol, como así también de la forma chalcona, (Ponomarenko, 1996), coinciden que la menor degradación se produce con un pH bajo. De lo expuesto se puede señalar que la acidez tiene un efecto protector sobre la estructura de las antocianinas, mientras que, cuanto más elevado es el pH, aparecen estructuras inestables que se degradan con rapidez. Es por esto que las aplicaciones de las antocianinas en los sistemas alimenticios son preferentemente usadas en alimentos de acidez intermedia para que predomine el catión flavilio (Aguilera et al., 2011). Por otro lado Pandey et al. (2021), reportaron una mejora significativa en el contenido de polifenoles y actividad antioxidante en productos lácteos que reportaron 24,52 a 113,27 mg/100g de antocianinas, valores de polifenoles entre 26,39 y 35,87 μ MTE/100g. El estudio de almacenamiento reveló que el helado se podía almacenar durante más de 60 días con excelentes atributos de estabilidad.

4.3.2.3. Determinación de vida útil del helado

La vida útil es el tiempo en el que un alimento sigue siendo seguro y cumple con las expectativas del consumidor (Blando et al., 2016). En la figura 12 y tabla 21 observamos los resultados de la vida útil del helado, en nuestra investigación, se ha determinado la vida útil mediante la evaluación del pH, cuyos valores van desde 6,6 hasta 5,8 en el día 97, es decir que el tiempo de vida útil es de 97 días, y en esa fecha se ha determinado el nivel de antocianinas que posee el helado almacenado a -20°C.

Akca & Akpınar (2021) Realizaron un estudio sobre elaboración de helado con polvo de semilla y aceite esencial de uva, sésamo y granada conservando en almacenamiento a -20°C por 90 días, reportando que estos insumos contribuyeron a preservar la viabilidad de [las bacterias probióticas](#) durante el almacenamiento. Entre los polvos de pulpa de semilla, la semilla de uva tuvo el mayor contenido fenólico y [actividad antioxidante](#), concluyendo que este insumo novedoso puede ser utilizado como ingrediente natural para desarrollar un helado con alta actividad antioxidante nutricional.

Pandey et al. (2021) indican sobre los cambios durante el almacenamiento a -20°C, observándose un incremento de la acidez y una disminución del pH que podría deberse a la formación de ácido láctico. Los valores altos de antioxidantes evitan la oxidación de la grasa y por lo tanto aumenta la vida útil del helado. Nuestra investigación, reporta una disminución de los polifenoles durante el período de almacenamiento de 80 días.

4.3.2.4. Análisis de componentes principales del helado

Encontramos en la figura 13 el modelo PCA que explica el 58,0% de la variabilidad encontrada en el componente 1 y el 27,1% del componente 2 en ese sentido, podemos observar que el HCB presentan valores agrupados en el eje de la derecha, todos los valores reportados son mayores a comparación del HSB, cuyos valores los encontramos agrupados hacia la izquierda a lo largo del almacenamiento a -20°C.

Similar a nuestra investigación, encontramos a Terpou et al. (2019) quienes elaboraron yogur helado de bayas y al hacer el análisis de componentes principales

reportaron que utilizaron 2 componentes que fueron elegidos por tener mayor porcentaje de correlación. El primer componente principal (PC1; eje X) explicó el 93,6 % de la variación total en el conjunto de datos, mientras que el segundo componente principal (PC2; eje Y) explicó el 6,4 % de la variación total. De acuerdo con los valores de PCA, algunos de los atributos podrían estar correlacionados a medida que se agrupan así, por ejemplo, se encontró que el sabor agrio de los lácteos y la textura desmenuzable estaban en la misma región, lo que indica que estas dos características podrían estar relacionadas en la sensación en la boca. Con respecto al sabor cítrico, se encontró que este atributo estaba separado de otros en el mapa de impacto de PCA.

4.4. Discusión de la sostenibilidad del proceso de elaboración de derivados lácteos

Oliveira et al. (2021), hicieron una evaluación ambiental integrada de productos lácteos; en la cual manifiestan que las mejoras tecnológicas, brindan una mejora en el desarrollo sostenible ya que ofrecen una reducción en el gasto de energía y mejores condiciones de trabajo. Por su lado Campi, Dueñas, & Fagiolo (2021) indican que la seguridad alimentaria y la sostenibilidad son claves para alcanzar varios objetivos del desarrollo sostenible, así también Luqman & Al-Ansari (2022) utilizaron la metodología de entrada y salida para determinar la sostenibilidad de las granjas lecheras. En ese sentido Granato et al. (2022) señalan que la industria láctea debe formular productos lácteos para hacerlos más nutritivos mediante la adición de polifenoles, carotenoides, provenientes de fuentes secundarias, reduciendo así el desperdicio de los alimentos provocando un desarrollo sostenible y Cuellar, (2016) así lo confirma.

Según los resultados obtenidos en esta investigación, en la tabla 25 se presentan los indicadores de las dimensiones económico, social y ambiental del proceso de elaboración de derivados lácteos, muestran un índice de dimensión de 0,64; 0,58 y 0,75 respectivamente; y un índice de sostenibilidad general de 0,66. Este método utilizó una escala de 0 a 1, de la menos sustentable hacia la más sustentable; para poder visualizar adecuadamente los resultados, se presentó un gráfico tipo tela de araña para poder determinar los puntos críticos de cada dimensión de una manera global; en ese sentido los límites máximos representan el valor ideal de sustentabilidad y los límites intermedios se conoce como valor umbral. Los valores cercanos a los límites máximos

indican mayor sostenibilidad y los valores cercanos al mínimo indicarán mayor insostenibilidad. Por lo que podemos indicar que el valor obtenido en esta investigación demuestra que el proceso de producción de los derivados lácteos tiene una sostenibilidad estable.

V. CONCLUSIONES

- Se ha logrado evaluar las características sensoriales, contenido de fenoles, actividad antioxidante, antocianinas y/o carotenoides en la vida útil del yogur aplicando subproductos de berrie nativo (aguaymanto).
- Se ha logrado evaluar las características sensoriales, contenido de fenoles, radical libre, antocianinas y/o carotenoides en la vida útil del queso aplicando subproductos de berrie nativo (aguaymanto).
- Se ha logrado evaluar las características sensoriales, contenido de fenoles, radical libre, antocianinas y/o carotenoides en la vida útil del helado aplicando subproductos de berrie nativo (arándano).
- Los estudios realizados en el yogur, queso y helado con la adición de subproductos de berrie, garantizan un alimento con valores altos de compuestos funcionales (DPPH, polifenoles, carotenoides y antocianinas) respecto al producto evaluado sin la adición de subproductos de berries.
- Los resultados de esta investigación aportaron una base de conocimientos para nuevos estudios orientadas a incrementar la vida útil de un derivado lácteo utilizando subproductos de berries nativos como el arándano y el aguaymanto.
- Se logró realizar una evaluación de sostenibilidad en la elaboración de los derivados lácteos, los resultados indicaron un índice de sostenibilidad equivalente a 0,66 lo cual revela que se encuentra en una sostenibilidad estable, sin embargo, es necesario fortalecer más el aspecto social, debido a que es la dimensión que menor índice ha reportado según el estudio realizado.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aadil, R. M. (2023). Food Science and Human Wellness Physicochemical, rheological and antioxidant profiling of yogurt prepared from non- enzymatically and enzymatically hydrolyzed potato powder under refrigeration. *12*, 69–78.
- Abrate, F. (2017). Evaluación de la estabilidad en helados de crema utilizando diferentes tipos de proteínas. 80–90. Retrieved from http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/1453/1/TM_AbrateDeco.pdf
- Agricultura, M. de. *DS 0004-2022-MIDAGRI MODIFICA AL 007-2017.pdf*. , (2022).
- Aguilera M., Reza C., Chew R., Meza A. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, XIII: 16-22.
- ALIMENTARIUS, C. (1978). Norma General Del Codex para el queso. *CODEX Alimentarius*, 1–4. Retrieved from http://www.fao.org/input/download/standards/175/CXS_283s.pdf
- Alzamora Pinao, N. D. (2018). La cristalización como defecto en los helados de crema. Universidad Agraria La Molina.
- Alagusundaram, M., & Chetty, C. M. (2010). MEDICINAL IMPORTANCE OF NATURAL DYES- A REVIEW. *International Journal of PharmTech Research*, 2(1), 144–154.
- Al-Duais, M., Müller, L., Böhm, V., & Jetschke, G. (2009). Antioxidant capacity and total phenolics of *Cyphostemma digitatum* before and after processing: Use of different assays. *European Food Research and Technology*, 228, 813–821. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-008-0994-8>.
- Altay, F. (2017). Rheology and functionality of ayran-a yogurt drink. In *Yogurt in Health and Disease Prevention*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00017-1>
- Amadarshanie, D. B. T., Gunathilaka, T. L., Silva, R. M., Navaratne, S. B., & Peiris, L. D. C. (2022). Functional and antiglycation properties of cow milk set yogurt enriched with *Nyctanthes arbor-tristis* L. flower extract. *Lwt*, 154(July 2021), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112910>
- Amjadi, S., Emaminia, S., Nazari, M. (2019). Application of reinforced ZnO nanoparticle-incorporated gelatin bionanocomposite film with chitosan nanofiber for packaging of chicken fillet and cheese as food models. *Food and Bioprocess Technology*, 12, 1205–1219. <https://doi.org/10.1007/s11947-019-02286-y>

- AOAC. (2005). Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis. 18th ed. Washington D.C., USA: AOAC.
- AOAC. (2016). Asociación de los Químicos Analíticos Oficiales. Método 932.12.
- AOAC. (2016). Asociación de los Químicos Analíticos Oficiales. Método 947.05.
- Astiasarán, I., & Martínez, J. A. (2003). *Composición y Propiedades*. Retrieved from www.FreeLibros.me
- Auzanneau, N., Weber, P., Kosińska-Cagnazzo, A., & Andlauer, W. (2018). Bioactive compounds and antioxidant capacity of *Lonicera caerulea* berries: Comparison of seven cultivars over three harvesting years. *Journal of Food Composition and Analysis*, 66(December 2017), 81–89. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.12.006>
- Bakheit, A.M., Foda, M.I., 2012. Sensory evaluation and antioxidant activity of new Mudaffara cheese with spices under different storage temperatures. *J. Appl. Sci. Res.* 8 (7), 3143–3150.
- Barrezueta-Unda, S., Paz González, A., & Chabla-Carrillo, J. (2017). *Revisión de criterios para medir la Sostenibilidad Agraria; adaptación de marcos de trabajo y propuesta de indicadores*. (January).
- Benitez (2011). Formulación de un yogur funcional de zanahoria. *Riunet-Upv*, 0–20. Retrieved from https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/27916/TESINA_MASTER_CIA-UPV.pdf?sequence=1
- Belewu, M.A., Belewu, K.Y., Nkwunonwo, C.C., 2005. Effect of biological and chemical preservatives on the shelf life of West African soft cheese. *Afr. J. Biotechnol.* 4, 1076–1079.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2004). Sugars, Sugar Alcohols and Honey. In *Food Chemistry*. https://doi.org/10.1007/978-3-662-07279-0_20
- Blando, F., Albano, C., Liu, Y., Nicoletti, I., Corradini, D., Tommasi, N., ... Kitts, D. D. (2016). Polyphenolic composition and antioxidant activity of *Prunus mahaleb* L.
- Bodyfelt, F. W., Tobias, J., & Trout, G. M. (1988). *The sensory evaluation of dairy products*. Van Nostrand Reinhold.
- Bolliger, S.; G olff, H .D .; Tharp, B .W . Correlation between colloidal properties of cream mix and ice cream. *Int. Dairy J.*[en línea]. 2000, 10, 4, 303-309.
- Camavilca Córdova, M., & Leyva Aliaga, M. J. (2015). Identificación de antocianinas y carotenoides en flores de Mastuerzo (*Tropaeolum majus*) por cromatografía en capa fina. Retrieved from <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCPC/1226>
- Campi, M., Dueñas, M., & Fagiolo, G. (2021). Specialization in food production affects

- global food security and food systems sustainability. *World Development*, 141, 105411. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105411>
- Campestrini, L. H., Melo, P. S., Peres, L. E. P., Calhella, R. C., Ferreira, I. C. F. R., & Alencar, S. M. (2019). A new variety of purple tomato as a rich source of bioactive carotenoids and its potential health benefits. *Heliyon*, 5(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02831>
- Cantú, M. P. Becker, A.R., Bedano J.C. Schiavo H.F. and Parra B.J. (2009) Evaluación del impacto del cambio de uso y manejo de la tierra mediante indicadores de calidad de suelo, Córdoba, Argentina Evaluation of the Impacto of land use and management change by means of soil quality indicators, Córdoba Argentina, 34, 203-214. Retrieved from https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/8355/CA34_2009_art_13.psf?sequence=1&isAllowed=y
- Cardona, C. A., Sánchez, O., Ramírez, J., & Alzate, L. (2004). Biodegradación de Residuos Orgánicos de Plazas de Mercado. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 6(2), 78–89. Retrieved from <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/529>
- Castaneda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, M. d. L., Páez-Hernández, M. E., Rodríguez, J. A., & Galán-Vidal, C. A. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113(4), 859-871.
- Castañeda, C. B., Ramos, LL. E., & Ibañez, V. L. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Horizonte médico*, 8(1). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371637117004>
- Chagua Rodriguez, P., Echevarría V., J. P., Torres G., E. R., Malpartida Y., R. J., Llimpe P., V., Chuquilin G., R. C., & Velásquez B., F. F. (2020). Efecto de *Salvia hispanica* L. (chía) en las características fisicoquímicas y capacidad antioxidante de la bebida de *Physalis peruviana* (aguaymanto). *Ciencia e Investigación*, 23(1), 19–23. <https://doi.org/10.15381/ci.v23i1.17291>
- Chamorro, C., & Losada, M. 2002. El Análisis Sensorial de los Quesos. Ed Acribia: Madrid - España.
- Chen, W., Xu, Y., Zhang, L., Su, H., & Zheng, X. (2016). Blackberry subjected to in vitro gastrointestinal digestion affords protection against Ethyl Carbamate-induced cytotoxicity. *Food Chemistry*, 212, 620–627. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.031>
- Clifford, M. (2000). Anthocyanins: nature, occurrence and dietary burden. *J SciFood*

Agric. 80:1063-1072.

- Condony Salcedo R., Mariné Font A., Rafecas Martínez M. (1988) Yogur: elaboración y valor nutritivo. Publicaciones de la Fundación Española de Nutrición. Serie «Divulgación» n.o 10, Madrid.
- Connor A.M., Luby J.J., Hancock J.F., Berkheimer S. and Hanson E.J. 2002. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 50, pp. 893-898.
- Cornejo, O. D. (2011). Extracción, identificación, cuantificación y determinación de la actividad antioxidante de los carotenoides presentes en las flores de *Senna multiglandulosa* a través de cuatro métodos de extracción. Ecuador - Sangolquí.
- Coskun, H., Tuncurk, Y., 2000. The effect of *Allium* sp. on the extension of lipolysis and proteolysis in Van herby cheese during maturation. *Nahrung* 44, 52–55.
- Cuellar, Y. (2016). *Universidad Nacional Agraria La Molina Escuela De Posgrado*.
- Cuevas, I., Soto, M., y Rocha, L. (2017). El uso de las tecnologías verdes y sus beneficios en las empresas medianas del sector agroindustrial en México. *Gestión de La Innovación Para La Competitividad.*, 13.
- Cury R, K., Aguas M, Y., Martinez M, A., Olivero V, R., & Chams Ch, L. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 9(S), 122. <https://doi.org/10.24188/recia.v9.ns.2017.530>
- Davies, A. M. C., & Boley, N. P. (1984). Food analysis. In *Analytical Proceedings* (Vol. 21). <https://doi.org/10.1039/AP9842100064>
- de Campo, C., Queiroz Assis, R., Marques da Silva, M., Haas Costa, T. M., Paese, K., Stanisçuaski Guterres, S., ... Hickmann Flôres, S. (2019). Incorporation of zeaxanthin nanoparticles in yogurt: Influence on physicochemical properties, carotenoid stability and sensory analysis. *Food Chemistry*, 301. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125230>
- de Campo, C., Queiroz Assis, R., Marques da Silva, M., Haas Costa, T. M., Paese, K., Stanisçuaski Guterres, S., ... Hickmann Flôres, S. (2019a). Incorporation of zeaxanthin nanoparticles in yogurt: Influence on physicochemical properties, carotenoid stability and sensory analysis. *Food Chemistry*, 301(February), 125230. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125230>
- de Campo, C., Queiroz Assis, R., Marques da Silva, M., Haas Costa, T. M., Paese, K., Stanisçuaski Guterres, S., ... Hickmann Flôres, S. (2019b). Incorporation of zeaxanthin nanoparticles in yogurt: Influence on physicochemical properties,

- carotenoid stability and sensory analysis. *Food Chemistry*, 301. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125230>
- de Campo, C., Queiroz Assis, R., Marques da Silva, M., Haas Costa, T. M., Paese, K., Stanisçuaski Guterres, S., ... Hickmann Flôres, S. (2019c). Incorporation of zeaxanthin nanoparticles in yogurt: Influence on physicochemical properties, carotenoid stability and sensory analysis. *Food Chemistry*, Vol. 301. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125230>
- Denardin, C. C., Hirsch, G. E., Da Rocha, R. F., Vizzotto, M., Henriques, A. T., Moreira, J. C. F., ... Emanuelli, T. (2015). Antioxidant capacity and bioactive compounds of four Brazilian native fruits. *Journal of Food and Drug Analysis*, 23(3), 387–398. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.01.006>
- Dila Akgüna, Mine Gültekin-Özgülvenb, Aysun Yüçetepec, Gokce Altinb, d, Monika Gibisa, Jochen Weissa, B. Ö. (2019). Stirred-type Yoghurt Incorporated with Sour Cherry Extract in Chitosan-coated Liposomes Department of Food Physics and Meat Science , Institute of Food Science and Biotechnology , Department of Food Engineering , Faculty of Chemical and Metallurgical Engi.
- Donhowe, E. G., Flores, F. P., Kerr, W. L., Wicker, L., & Kong, F. (2014). Characterization and invitro bioavailability of β -carotene: Effects of microencapsulation method and food matrix. *LWT - Food Science and Technology*, 57(1), 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.037>
- Durán, F., Durán, J., & Durán, E. (2006). *Manual del ingeniero de alimentos* (Grupo Latino, Ed.). Colombia.
- Durmaz, G., Cam, M., Kutlu, T., & Hisil, Y. (2010). Some physical and chemical changes during fruit development of five common apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. *Food Science and Technology Research*, 16, 71-78.
- Egas, D., Ponsá, S., Llenas, L., & Colón, J. (2021). Towards energy-efficient small dairy production systems: An environmental and economic assessment. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 39–51. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.03.021>
- Elisia, I., Hu, C., Popovich, D. G., & Kitts, D. D. (2007). Antioxidant assessment of an anthocyanin-enriched blackberry extract. *Food Chemistry*, 101(3), 1052–1058. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.060>
- Espinosa Manfugás, J. (2007). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Retrieved from file:///D:/MIS_DOCUMENTOS/Downloads/LIBRO_ANALISIS_SENSORIAL-1

MANFUGAS.pdf

- FAO. (2011). CODEX Alimentario de Leche y Productos Lácteos. In *CODEX Alimentarius*.
- FAO. (2021). Codex alimentarius de leche y productos lácteos
- Ferreira, S. S., Martins-Gomes, C., Nunes, F. M., & Silva, A. M. (2022). Elderberry (Sambucus nigra L.) extracts promote anti-inflammatory and cellular antioxidant activity. *Food Chemistry: X*, 15(March).
<https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100437>
- Gaafar, A.M., 1992. Volatile flavor compounds of yogurt. *Int. J. Food Sci. Technol.* 27, 87e91.
- Gallopín, G. (2003). Medio Ambiente y Desarrollo. In *Revista Desarrollo y Sociedad*. Retrieved from https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5763/S033120_es.pdf?sequence=1
- Ganesan, B., Brown, K., Irish, D. A., Brothersen, C., & McMahon, D. J. (2014). Manufacture and sensory analysis of reduced- and low-sodium Cheddar and Mozzarella cheeses. *Journal of Dairy Science*, 97(4), 1970–1982.
<https://doi.org/10.3168/jds.2013-7443>
- Gao, C., Li, Y., Pan, Q., Fan, M., Wang, L., & Qian, H. (2021). Analysis of the key aroma volatile compounds in rice bran during storage and processing via HS-SPME GC/MS. *Journal of Cereal Science*, 99(November 2020).
<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103178>
- Gasparrini, M., González-pérez, L., Beltrán-ayala, P., & Battino, M. (2017). *Accepted Manuscript*. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.01.024.This>
- Gençdağ, E., Özdemir, E. E., Demirci, K., Görgüç, A., & Yılmaz, F. M. (2022). Copigmentation and stabilization of anthocyanins using organic molecules and encapsulation techniques. *Current Plant Biology*, 29(August 2021).
<https://doi.org/10.1016/j.cpb.2022.100238>
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy. In R. E. Wrosted (Ed.), *Current Protocols in Food Analytical Chemistry* (pp. 1–13). New York: John Wiley and Sons. <http://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00>
- Gobierno del Perú. (2017). Decreto Legislativo N° 1278 Decreto Legislativo Que Aprueba el Reglamento de La Ley De Gestión Integral De Residuos Sólidos. *El*

- Peruano*, pp. 1–122. Retrieved from <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/aprueban-reglamento-del-decreto-legislativo-n-1278-decreto-decreto-supremo-n-014-2017-minam-1599663-10>
- Gonzales, C., & Puente de la Vega, R. (2017). Lineamientos del Plan de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) Orientado a pequeños productores de queso fresco. *Digesa - Minsa-OPS*, 35. Retrieved from http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/HACCP_Lineamientos.pdf
- Granato, D., Carocho, M., Barros, L., Zabetakis, I., Mocan, A., Tsoupras, A., Pimentel, T. C. (2022). Implementation of Sustainable Development Goals in the dairy sector: Perspectives on the use of agro-industrial side-streams to design functional foods. *Trends in Food Science and Technology*, 124(December 2021), 128–139. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.04.009>
- Golovinskaia, O., & Wang, C. K. (2021). Review of functional and pharmacological activities of berries. *Molecules*, 26(13). <https://doi.org/10.3390/molecules26133904>
- Hachana, Y., Aloui, O., & Fortina, R. (2021). Use of caprifig tree extract as a substitute for calf rennet in goat's fresh cheese production. *Small Ruminant Research*, 199(March). <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106382>
- Hajiei, M., Khodaiyan, F., & Pourahmad, R. (2017). The effect of kefir as a fat replacer on physicochemical properties, sensory and microbial stirred fruit yoghurt. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*, 48(4), 427–433.
- Hanafi, F. N. A., Kamaruding, N. A., & Shaharuddin, S. (2022). Influence of coconut residue dietary fiber on physicochemical, probiotic (*Lactobacillus plantarum* ATCC 8014) survivability and sensory attributes of probiotic ice cream. *Lwt*, 154, 112725. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112725>
- Hassanien, M. F. R. (2011). *Physalis peruviana*: A rich source of bioactive phytochemicals for functional foods and pharmaceuticals. *Food Reviews International*, 27(3), 259–273. <https://doi.org/10.1080/87559129.2011.563391>
- Hernández, E. (2005). *Guía de evaluación sensorial*.
- Hill, A. R., & Kethireddipalli, P. (2012). Dairy Products: Cheese and Yogurt. In *Biochemistry of Foods* (Third Edit). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-091809-9.00008-X>
- Himed-Idir, H., Mouhoubi, K., Siar, E. hocine, Boudries, H., Mansouri, H., Adjeroud, N.,

- ... Boulekbache-Makhlouf, L. (2021). Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) supplementation on fresh cheese: Physicochemical properties, antioxidant potential, and sensory attributes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1), 0–2. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15057>
- Hossain, M. M., Rahim, M. A., & Haque, M. R. (2021). Biochemical properties of some important underutilized minor fruits. *Journal of Agriculture and Food Research*, 5(April 2020), 100148. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100148>
- Hosseini, H., Tajiani, Z., & Jafari, S. M. (2019). Improving the shelf-life of food products by nano/micro-encapsulated ingredients. In *Food Quality and Shelf Life*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817190-5.00005-7>
- Hough, G., & Fiszman, S. (2005). Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. In *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*. Retrieved from <http://www.redia.org.pe/wp-content/uploads/2013/05/La-Vida-Util-Sensorial-de-Los-Alimentos.pdf>
- INDECOPI. (2012). *NORMA TÉCNICA PERUANA*.
- INEI. (2010). Clasificación Industrial Internacional Uniforme. *Instituto Nacional de Estadística e Informática, Dirección*, 1–262. Retrieved from https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0883/Libro.pdf
- INEI. (2018). Amazonas resultados definitivos 2017. In *Censos económicos*. Retrieved from http://www.inr.pt/uploads/docs/recursos/2013/20Censos2011_res_definitivos.pdf
- Jafarzadeh, S., Salehabadi, A., Mohammadi Nafchi, A., Oladzadabbasabadi, N., & Jafari, S. M. (2021). Cheese packaging by edible coatings and biodegradable nanocomposites; improvement in shelf life, physicochemical and sensory properties. *Trends in Food Science and Technology*, 116(July), 218–231. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.021>
- Joy Ujirohene, O., Liu, L., Zhang, S., Lu, J., Zhang, C., Lv, J., ... Zhang, M. (2019). Antioxidant capacity of germinated quinoa-based yoghurt and concomitant effect of sprouting on its functional properties. *Lwt*, 116(August). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108592>
- Kammerer, D., Carle, R., Schieber, A., 2004. Characterization of phenolic acids in black carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) by high performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid Commun.*

- Mass Spectrom. 18, 1331–1340.
- Kebeaya, N., Nduko, J. M., & Muliro, P. S. (2021). Evaluation of Consumer Sensory Acceptability and Shelf Life of Orangefleshed Sweet Potato-enriched Mozzarella Cheese. *Current Nutrition & Food Science*, 17(7), 764–772. <https://doi.org/10.2174/1573401317999210422093112>
- Kuskoski, E.M., Asuero, A.G., Troncoso, A.M., Fett, R., 2006. Antioxidant activity of pulps of tropical fruits. Application of the ABTS method. *Alimentaria* 376, 67–70.
- La Cámara de Comercio de Lima. (2020). *Opertunidades-y-retos-en-la-exportación-de-arándanos*. Retrieved from <https://www.camaralima.org.pe/wp-content/uploads/2020/06/Opertunidades-y-retos-en-la-exportación-de-arándanos.pdf>
- Lapidot, T., Harel, S., Akiri, B., Granit, R., & Kanner, J. (1999). pH-Dependent Forms of Red Wine Anthocyanins as Antioxidants †. *Journal Agriculture Food Chemistry*., 47, 67–70.
- Ledenbach, L.H., Marshall, R.T., 2010. Microbiological spoilage of dairy products. In: Sperber, W.H., Doyle, M.P. (Eds.), *Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages, Food Microbiology and Food Safety*. Springer, New York, pp. 41–67.
- Liu, C., Yang, P., Wang, H., & Song, H. (2022). Identification of odor compounds and odor-active compounds of yogurt using DHS, SPME, SAFE, and SBSE/GC-O-MS. *Lwt*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112689>
- Liu, Y., Gu, P., Laaksonen, O., Wei, B., Zhu, Y., Zhang, B., ... Li, H. (2022). Lactic acid bacteria incubation and aging drives flavor enhancement of goji berry juice. *Journal of Food Composition and Analysis*, 105(September 2021). <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.104202>
- López, N., & Novoa, C. (2009). Efecto de dos niveles de grasa sobre la vida útil effect of two levels of fat on the sensory life of campesino cheese. *Revista Medicina Veterinaria*, 56(1), 32–40.
- Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Domínguez, R., Barba, F. J., Putnik, P., Kovačević, D. B., ... Franco, D. (2018). Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. *Food Research International*, 106, 1095–1104. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.005>
- Luqman, M., & Al-Ansari, T. (2022). Energy, water and food security through a waste-driven polygeneration system for sustainable dairy production. *International*

- Journal of Hydrogen Energy*, 47(5), 3185–3210.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.10.214>
- Gabbi, D.K., Bajwa, A.U., Goraya, R.K., 2017. Physicochemical, melting and sensory properties of ice cream incorporating processed ginger (*Zingiberofficinale*). *Int. J. Dairy Technol.* 70, 1–8. *J. Food Saf.* 33, 470–480.
- Giusti, & Ronald E. Wrolstad. (2015). *Caracterización y medición de antocianinas por UNIDAD espectroscopía UV-visible*. 1–13.
- Machado, A. P. D. F., Pasquel-Reátegui, J. L., Barbero, G. F., & Martínez, J. (2015). Pressurized liquid extraction of bioactive compounds from blackberry (*Rubus fruticosus* L.) residues: A comparison with conventional methods. *Food Research International*, 77, 675–683. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.12.042>
- Mahgoub, S., Ramadan, M.F., El-Zahar, K., 2013. Cold pressed *Nigella sativa* oil inhibits the growth of food-borne pathogens and improves the quality of Domiati cheese. *J. Food Saf.* 33, 470–480.
- Manoharan, A., Ramasamy, D., Dhanalashmi, B., Gnanalashmi, K.S., Thyagarajan, D., 2012. Studies on sensory evaluation of curcumin powder as natural colour for butterscotch flavour ice cream. *Indian J. Drugs Dis.* 1, 43–46.
- Marinho, M.T., Zielinsk, A.A.F., Demiate, I.M., Bersot, L.D.S., Granato, D., Nogueira, A., 2015. Ripened semihard cheese covered with lard and dehydrated rosemary (*Rosmarinusofficinalis* L.) leaves: processing, characterization, and quality traits. *J. Food Sci.* 80, S2045–S2054.
- Masotti, F., Battelli, G., & De Noni, I. (2012). The evolution of chemical and microbiological properties of fresh goat milk cheese during its shelf life. *Journal of Dairy Science*, 95(9), 4760–4767. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5039>
- Melo, P. S., Arrivetti, L. de O. R., de Alencar, S. M., & Skibsted, L. H. (2016). Antioxidative and prooxidative effects in food lipids and synergism with α -tocopherol of açai seed extracts and grape rachis extracts. *Food Chemistry*, 213, 440–449. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.101>
- Melo, P. S., Massarioli, A. P., Denny, C., Dos Santos, L. F., Franchin, M., Pereira, G. E., ... De Alencar, S. M. (2015). Winery by-products: Extraction optimization, phenolic composition and cytotoxic evaluation to act as a new source of scavenging of reactive oxygen species. *Food Chemistry*, 181, 160–169. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.087>
- Mi Jin, C., Howard, L. R., Prior, R. L., & Clark, J. R. (2004). Flavonoid glycosides and

- antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(13), 1771–1782. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1885>
- Miazaki, J. B., dos Santos, A. R., de Freitas, C. F., Stafussa, A. P., Mikcha, J. M. G., de Cássia Bergamasco, R., ... da Silva Scapim, M. R. (2022). Edible coatings and application of photodynamics in ricotta cheese preservation. *Lwt*, 165(September 2021), 113697. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113697>
- MIDAGRI. (2022). El Agro en cifras. In *Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Alimentación*. Retrieved from [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2861470/Boletín Mensual %22El Agro en Cifras%22 - Diciembre 2021.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2861470/Boletín%20Mensual%20El%20Agro%20en%20Cifras%20-%20Diciembre%202021.pdf)
- Mikulic-Petkovsek, M., Koron, D., Zorenc, Z., & Veberic, R. (2017). Do optimally ripe blackberries contain the highest levels of metabolites? *Food Chemistry*, 215, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.144>
- Mohamed, F.A., Salama, H.H., El-Sayed, S.M., El-Sayed, H.S., Zahran, H.A., 2018. Utilization of natural antimicrobial and antioxidant of Moringa oleifera leaves extract in manufacture of cream cheese. *J. Biol. Sci.* 18 (2), 92–106.
- Moraes, D. P., Lozano-Sánchez, J., Machado, M. L., Vizzotto, M., Lazzaretti, M., Leyva-Jimenez, F. J. J., ... Barcia, M. T. (2020). Characterization of a new blackberry cultivar BRS Xingu: Chemical composition, phenolic compounds, and antioxidant capacity in vitro and in vivo. *Food Chemistry*, 322(August 2019), 126783. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126783>
- Moschopoulou, E., Sakkas, L., Zoidou, E., Theodorou, G., Sgouridou, E., Kalathaki, C. (2018). Effect of milk kind and storage on the biochemical, textural and biofunctional characteristics of set-type yoghurt. *International Dairy Journal*, 77, 47–55.
- Muhamad, I., Yanti, M., Norazlina, N., Aziz, A. A., Padzil, A. M., & Lian, H. L. (2018). Encapsulation methods : Anthocyanin plant pigment. In *Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes* (Vol. 7, pp. 496–526). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811518-3/00015-6>
- Muse, M. R., & Hartel, R. W. (2004). Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, 87(1), 1–10. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73135-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73135-5)

- NTP. (2016). Norma Técnica Peruana 202.001 2016 Leche y Productos Lácteos. *Codex Alimentarius*, (Lima, Perú), 1–7. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>
- Nemetz, N. J., Schieber, A., & Weber, F. (2021). Application of crude pomace powder of chokeberry, bilberry, and elderberry as a coloring foodstuff. *Molecules*, 26(9). <https://doi.org/10.3390/molecules26092689>
- Oliveira, M., Cocozza, A., Zucaro, A., Santagata, R., & Ulgiati, S. (2021). Circular economy in the agro-industry: Integrated environmental assessment of dairy products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 148(June), 111314. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111314>
- Oliveira, V. B., Yamada, L. T., Fagg, C. W., & Brandão, M. G. L. (2012). Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. *Food Research International*, 48(1), 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.03.011>
- Ott, A., Fay, L.B., Chaintreau, A., 1997. Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor. *J. Agric. Food Chem.* 45, 850e858
- Oztruk, A., Özdemir, Y., Albayrak, B., Simsek, M., & Yıldırım, K. C. (2017). Some Nutrient Characteristics of Goldenberry (*Physalis Peruviana* L.) Cultivar Candidate From Turkey. *Scientific Papers - Series B, Horticulture*, 61(October), 293–297.
- Pandey, P., Grover, K., Dhillon, T. S., Kaur, A., & Javed, M. (2021). Evaluation of polyphenols enriched dairy products developed by incorporating black carrot (*Daucus carota* L.) concentrate. *Heliyon*, 7(5), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06880>
- Paucar, M. J. (2014). *Influencia de la adición de sauco (Sambucus peruviana) en las características físicoquímicas y organolépticas del yogurt natural*. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Paunović, S. M., Mašković, P., Nikolić, M., & Miletić, R. (2017). Bioactive compounds and antimicrobial activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) berries and leaves extract obtained by different soil management system. *Scientia Horticulturae*, 222(May), 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.015>
- Pereira, C. C., do Nascimento da Silva, E., de Souza, A. O., Vieira, M. A., Ribeiro, A. S., & Cadore, S. (2018). Evaluation of the bioaccessibility of minerals from blackberries, raspberries, blueberries and strawberries. *Journal of Food Composition and Analysis*, 68, 73–78. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.12.001>
- Perumal, A. B., Nambiar, R. B., Moses, J. A., & Anandharamakrishnan, C. (2022). Nanocellulose: Recent trends and applications in the food industry. *Food*

- Hydrocolloids*, 127(March 2021). <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107484>
- Pinedo Montoya, S. K. (2018). Caracterización fisicoquímica y organoléptica de variedades comerciales de arándanos y otras especies del genero *vaccinium*. (Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; Vol. 2). Retrieved from <http://ieeauthorcenter.ieee.org/wp-content/uploads/IEEE-Reference-Guide.pdf><http://wwwlib.murdoch.edu.au/find/citation/ieee.html><https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.022><https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper><https://tore.tuhh.de/hand>
- Pinto, S.V., Patel, A.M., Jana, A.H., 2009. Evaluation of different forms of ginger as flavouring in herbal ice cream. *Int. J. Food Sci. Technol. Nutr.* 3, 73–83.
- Prior, R. L., Hoang, H., Gu, L., Wu, X., Bacchiocca, M., Howard, L., ... Jacob, R. (2003). Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORACFL)) of plasma and other biological and food samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 3273–3279.
- Ponomarenko N.S. (1996). Intraespecific variation of *Chaenomeles japonica* in Moldova. En: Report 1992-1994, Balsgård-Department Hort. Plant Breeding Swedish Univ. *Agric Sci.* 196-199
- Ram, C. (2012). *Quesos frescos : propiedades , métodos de determinación y factores que afectan su calidad.* 2, 131–148.
- Ramos, L. R., Santos, J. S., Daguer, H., Valse, A. C., Cruz, A. G., & Granato, D. (2017). Analytical optimization of a phenolic-rich herbal extract and supplementation in fermented milk containing sweet potato pulp. *Food Chemistry*, 221, 950–958.
- Restrepo, A. (2010). Implementación y diseño de procedimiento para determinación de vida útil de quesos frescos, chorizos frescos y aguas en bolsa (Vol. 60). Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33645547325%7B%7DpartnerID=40%7B%7Dmd5=5c937a0c35f8be4ce16cb392381256da>
- Rodriguez-Amaya, D., & Kimura, M. (2004). HarvestPlus Handbook for carotenoid analysis. In *Cosmetics* (HarvestPlus, Vol. 5). <https://doi.org/10.3390/cosmetics5030050>
- Rodríguez-Espíndola, O., Cuevas-Romo, A., Chowdhury, S., Díaz-Acevedo, N., Albores, P., Despoudi, S., ... Dey, P. (2022). The role of circular economy principles and sustainable-oriented innovation to enhance social, economic and environmental

- performance: Evidence from Mexican SMEs. *International Journal of Production Economics*, 248(March), 108495. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108495>
- Rotz, A., Stout, R., Leytem, A., Feyereisen, G., Waldrip, H., Thoma, G., ... Kleinman, P. (2021). Environmental assessment of United States dairy farms. *Journal of Cleaner Production*, 315(March), 128153. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128153>
- Roy, S., Hussain, S. A., Prasad, W. G., & Khetra, Y. (2022). Quality attributes of high protein ice cream prepared by incorporation of whey protein isolate. *Applied Food Research*, 2(1), 100029. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2021.100029>
- Rufino, M. do S. M., Alves, R. E., Brito, E. S. de, Morais, S. M. de, Sampaio, C. de G., Pérez-Jiménez, J., & Fulgencio Diego Saura-Calixto. (2007). Metodologia Científica : Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre. In *Comunicado técnico 128* (Embrapa, pp. 0–3). Gobierno federal de Brasil.
- Salinas, M. Y., Rubio, H. D., Díaz, V. A. (2005). Extracción y uso de pigmentos del grano de maíz (ZEA MAYS l.) como colorantes en yogur". *SciELO*, 55.
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4, 19–28. Retrieved from <http://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>
- Schneider-Teixeira, A., Molina-García, A. D., Alvarez, I., Dello Staffolo, M., & Deladino, L. (2022). Application of betacyanins pigments from *Alternanthera brasiliana* as yogurt colorant. *Lwt*, 159, 113237. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113237>
- Schulz, M., Seraglio, S. K. T., Della Betta, F., Nehring, P., Valese, A. C., Daguer, H., ... Fett, R. (2019). Blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott): Chemical composition, phenolic compounds and antioxidant capacity in two edible stages. *Food Research International*, 122(January), 627–634. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.034>
- Serafini, M., Testa, M. F., Villaño, D., Pecorari, M., van Wieren, K., Azzini, E., ... Maiani, G. (2009). Antioxidant activity of blueberry fruit is impaired by association with milk. *Free Radical Biology and Medicine*, 46(6), 769–774. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2008.11.023>
- Serrano, M., & Valero, D. (2016). *Contenido de antocianos y compuestos fenólicos en diferentes frutos frescos y deshidratados*. Universidad Miguel Hernández de Elche Escuela Politécnica Superior de Orihuela.

- Shen, X., Sun, X., Xie, Q., Liu, H., Zhao, Y., Pan, Y., Wu, V. C. H. (2014). Antimicrobial effect of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) extracts against the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis*. *Food Control*, 35(1), 159–165. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.06.040>
- Sierra y Selva Exportadora. (2021). Análisis de mercado, aguaymanto 2015 - 2020. In *Unidad de Inteligencia Comercial*. Retrieved from <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1720425/Análisis de Mercado del Aguaymanto.pdf>
- Silva, S. P. M., Ribeiro, S. C., Teixeira, J. A., & Silva, C. C. G. (2022). Application of an alginate-based edible coating with bacteriocin-producing *Lactococcus* strains in fresh cheese preservation. *Lwt*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112486>
- Skrede, G., Wrolstad, R. E., & Durst, R. W. (2000). Changes in anthocyanins and polyphenolics during juice processing of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of Food Science*, 65(2), 357–364. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16007.x>
- Sofjan, R. P. , & Hartel, R. W. (2004). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, 14 , 255–262 .
- Souza Olegario, L., González-Mohino, A., Estévez, M., Madruga, M. S., & Ventanas, S. (2022). Impact of absence of lactose on the dynamic sensory profile of yogurt: A multiple-intake TDS approach. *Lwt*, 162(April). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113430>
- Suarez, V. S. (2014). *Desarrollo sustentable, un nuevo mañana* (Primera Ed). México.
- Szołtysik, M., Kucharska, A. Z., Dąbrowska, A., Zięba, T., Bobak, Ł., & Chrzanowska, J. (2021). Effect of two combined functional additives on yoghurt properties. *Foods*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/foods10061159>
- Tarone, A. G., Cazarin, C. B. B., & Marostica Junior, M. R. (2020). Anthocyanins: New techniques and challenges in microencapsulation. *Food Research International*, 133(December 2019). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109092>
- Tarakci, Z., Temiz, H., 2009. A review of the chemical, biochemical and antimicrobial aspects of Turkish otlu herby cheese. *Int. J. of Dairy Technol.* 62, 354–360.
- Tee, E. S., & Lim, C. L. (1991). Carotenoid composition and content of Malaysian vegetables and fruits by the AOAC and HPLC methods. *Food Chemistry*, 41(3), 309–339. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(91\)90057-U](https://doi.org/10.1016/0308-8146(91)90057-U)
- Tejada-Alvarado, J. J., Meléndez-Mori, J. B., Vilca-Valqui, N. C., Huaman-Huaman, E.,

- & Oliva, M. (2021). Rooting of Wild Blueberry (*Vaccinium* spp.) Cuttings From the Peruvian Northeast. *Acta Agrobotanica*, 74, 1–7. <https://doi.org/10.5586/AA.7413>
- Terpou, A., Gialleli, A. I., Bosnea, L., Kanellaki, M., Koutinas, A. A., & Castro, G. R. (2017). Novel cheese production by incorporation of sea buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides* L.) supported probiotic cells. *LWT - Food Science and Technology*, 79, 616–624. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.021>
- Terpou, A., Papadaki, A., Bosnea, L., Kanellaki, M., & Kopsahelis, N. (2019). Novel frozen yogurt production fortified with sea buckthorn berries and probiotics. *LWT*, 105, 242–249. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.024>
- Torres, M. (1995). Manual de elaboración de productos lácteos. *Eras*, Vol. 1, p. 4. Retrieved from https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal/Sebrae/UFs/PE/Anexos/livro_cenarios_parte_3.pdf
- Tsai, P. J., Sheu, C. H., Wu, P. H., & Sun, Y. F. (2010). Thermal and pH stability of betacyanin pigment of djulis (*Chenopodium formosanum*) in Taiwan and their relation to antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(2), 1020–1025. <https://doi.org/10.1021/jf9032766>
- Universidad Nacional de Trujillo. (2019). *Herbarium Truxillense (HTU)* (p. 4). p. 4.
- Vital, A. C. P., Santos, N. W., Matumoto-Pintro, A. T., Scapim, M. R. S., & Madrona, G. S. (2018). Ice cream supplemented with grape juice residue as a source of antioxidants. *International Journal of Dairy Technology*, 71(1), 183–189.
- Vrinda-menon, K., Garg, S.R., 2001. Inhibitory effect of clove oil on *Listeria monocytogenes* in meat and cheese. *Food Microbiol.* 18, 647–650.
- Walstra, P. and Jenness, R. 1984. *Dairy Chemistry and Physics*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY
- Wang, W. D., & Xu, S. Y. (2007). Degradation kinetics of anthocyanins in blackberry juice and concentrate. *Journal of Food Engineering*, 82(3), 271–275. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.01.018>
- Wong-Paz, J. E., Muñoz-Márquez, D. B., Aguilar-Zárate, P., Ascacio-Valdés, J. A., Cruz, K., Reyes-Luna, C., ... Aguilar, C. N. (2017). Extraction of Bioactive Phenolic Compounds by Alternative Technologies. In *Ingredients Extraction by Physicochemical Methods in Food*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811521-3.00005-3>
- Yang, W., Hong, Y. H., Shen, X., Frankowski, C., & Heidi, S. (2001). *Regulation of*

Transcription by AMP-kinase : Phosphorylation of p300 Blocks its Interaction with Nuclear Receptors.

- Yildiz, S. (2021). Shelf life extension of strawberry juice by equivalent ultrasound, high pressure, and pulsed electric fields processes. *Food Research International*, 140(December 2020). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110040>
- You, Q., Wang, B., Chen, F., Huang, Z., Wang, X., & Luo, P. G. (2011). Comparison of anthocyanins and phenolics in organically and conventionally grown blueberries in selected cultivars. *Food Chemistry*, 125(1), 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.063>
- Youssef, A.M., El-Sayed, S.M., 2018. Bionanocomposites materials for food packaging applications: concepts and future Outlook. *Carbohydr. Polym.* 193, 19–27.
- Yu, Y., Chen, X., & Zheng, Q. (2019). Metabolomic Profiling of Carotenoid Constituents in *Physalis peruviana* During Different Growth Stages by LC-MS/MS Technology. *Journal of Food Science*, 84(12), 3608–3613. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14916>
- Zedan, H., Hosseini, S. M., & Mohammadi, A. (2021). The effect of tarragon (*Artemisia dracunculus*) essential oil and high molecular weight Chitosan on sensory properties and shelf life of yogurt. *Lwt*, 147(April), 111613. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111613>
- Zia, M. P., & Alibas, I. (2021). Influence of the drying methods on color, vitamin C, anthocyanin, phenolic compounds, antioxidant activity, and in vitro bioaccessibility of blueberry fruits. *Food Bioscience*, Vol. 42. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101179>
- Zhang, J., Wang, M., Yin, C., & Dogot, T. (2021). The potential of dairy manure and sewage management pathways towards a circular economy: A meta-analysis from the life cycle perspective. *Science of the Total Environment*, 779, 146396. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146396>

ANEXOS

Tabla 27. Análisis de los berries frescos

Análisis	aguaymanto	mora	sauco	arándano
Peso inicial fruto entero (g)	1200	1100	2030	1300
Peso final de pulpa (g)	900	650	1300	820
Diferencia de peso (g)	300	450	730	480
Rendimiento (pulpa)	75	59	64	63
Subproducto (%)	25	41	36	37
Diámetro (cm)	1.53	1.65	1	1.80
Humedad (fresco)	29.81	23.38	11.01	33.73
Humedad (liofilizado)	8.3	6.5	7.5	6.45

Tabla 28. Análisis fisicoquímico de los berries frescos

Berrie fresco	Variable	Media	Desv. St
Aguaymanto	% Subproductos	24.99	0.75
Aguaymanto	Brix	14	0
Aguaymanto	Acidez	2.63	0.15
Aguaymanto	pH	3.73	0.21
Aguaymanto	IM	5.34	0.3
Arándano	% Subproductos	37.02	0.42
Arándano	Brix	10	0
Arándano	Acidez	2.76	0.2
Arándano	pH	3.45	0.26
Arándano	IM	3.63	0.27
Mora	% Subproductos	40.8	0.67
Mora	Brix	12	0
Mora	Acidez	2.85	0.6
Mora	pH	2.9	0.11
Mora	IM	4.38	1.08
Sauco	% de subproductos	35.64	0.4
Sauco	Brix	8.5	0
Sauco	Acidez	3.29	0.38
Sauco	pH	3.92	0.18
Sauco	IM	2.61	0.28

Tabla 29. Análisis funcional de los subproductos de los berries liofilizados

Berrie	Variable	n	Media	Desv. Est	Error Estandar
Aguaymanto	PFT	4	25.05	0.07	0.04
Aguaymanto	DPPH %	4	4.74	0.06	0.03
Aguaymanto	<i>ug</i> TROLOX/g	4	664.18	0.50	0.25
Aguaymanto	Antoc_Tot (mgATC/g)	4	0.3	0.02	0.01
Arándano	PFT	4	59.81	0.37	0.18
Arándano	DPPH %	4	12.71	0.11	0.06
Arándano	<i>ug</i> TROLOX/g	4	1577.52	0.41	0.2
Arándano	Antoc_Tot (mgATC/g)	4	97.43	0.45	0.23
Mora	PFT	4	52.47	0.69	0.34
Mora	DPPH %	4	10.29	0.28	0.14
Mora	<i>ug</i> TROLOX/g	4	1066.65	0.63	0.31
Mora	Antoc_Tot (mgATC/g)	4	17.42	0.44	0.22
Sauco	PFT	4	53.71	0.55	0.27
Sauco	DPPH %	4	19.66	0.16	0.08
Sauco	<i>ug</i> TROLOX/g	4	2153.41	0.93	0.46
Sauco	Antoc_Tot (mgATC/g)	4	76.4	0.38	0.19

Tabla 30. FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL

PANELISTA

.....

Género; Hombre_____Mujer_____Edad_____

Instrucciones: Por favor, prueba la muestra e indica el nivel de agrado, colocando el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia en la parte izquierda, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

La escala hedónica utilizada para evaluar el grado de satisfacción:

1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente

5	Ni me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

MUESTRA 1			
Atributos	T1	T2	T3
Color			
Olor			
Sabor			
Consistencia			

MUESTRA 2			
Atributos	T1	T2	T3
Color			
Olor			
Sabor			
Consistencia			

MUESTRA 3			
Atributos	T1	T2	T3
Color			
Olor			
Sabor			
Consistencia			

MUESTRA 4			
Atributos	T1	T2	T3
Color			
Olor			
Sabor			
Consistencia			

Tabla 31. **Resultados del análisis sensorial del yogur**

PANELIST A	MUESTR A	TRATAMIEN T O	COLO R	OLO R	SABO R	CONSISTENCI A
1	M1	T1	5	6	6	7
1	M1	T2	6	6	7	6
1	M1	T3	7	6	7	6
1	M2	T1	5	5	5	7
1	M2	T2	6	6	7	7
1	M2	T3	6	6	7	7
1	M3	T1	6	6	6	5
1	M3	T2	6	6	7	6
1	M3	T3	6	6	7	6
1	M4	T1	8	7	8	8
1	M4	T2	8	8	8	8
1	M4	T3	8	8	8	8
2	M1	T1	3	5	6	7
2	M1	T2	4	5	4	7
2	M1	T3	6	7	8	8
2	M2	T1	6	5	6	7
2	M2	T2	6	5	6	6
2	M2	T3	5	6	8	8
2	M3	T1	5	6	7	6
2	M3	T2	4	5	7	6
2	M3	T3	7	6	7	7
2	M4	T1	6	5	7	7
2	M4	T2	5	5	6	7
2	M4	T3	5	6	7	6
3	M1	T1	5	6	7	8
3	M1	T2	6	7	7	8
3	M1	T3	8	8	8	8
3	M2	T1	7	7	7	8
3	M2	T2	7	7	7	8
3	M2	T3	7	7	8	8
3	M3	T1	6	7	7	8
3	M3	T2	6	8	8	8
3	M3	T3	7	8	8	8
3	M4	T1	8	7	7	8
3	M4	T2	8	7	8	8
3	M4	T3	8	7	7	8
4	M1	T1	3	5	2	3
4	M1	T2	5	5	5	4
4	M1	T3	4	4	7	5
4	M2	T1	6	5	4	8
4	M2	T2	2	6	7	6
4	M2	T3	6	6	7	6

4	M3	T1	5	6	7	4
4	M3	T2	5	4	5	2
4	M3	T3	6	6	5	6
4	M4	T1	6	6	8	6
4	M4	T2	6	5	7	4
4	M4	T3	3	5	8	7
5	M1	T1	3	2	4	5
5	M1	T2	4	3	4	5
5	M1	T3	4	3	4	5
5	M2	T1	5	4	6	4
5	M2	T2	5	4	6	4
5	M2	T3	5	4	7	4
5	M3	T1	4	5	6	5
5	M3	T2	4	5	5	6
5	M3	T3	4	5	6	6
5	M4	T1	7	6	7	7
5	M4	T2	7	6	7	7
5	M4	T3	7	6	7	7
6	M1	T1	3	6	4	6
6	M1	T2	4	6	2	6
6	M1	T3	7	6	7	6
6	M2	T1	5	5	3	7
6	M2	T2	6	4	3	6
6	M2	T3	6	5	4	6
6	M3	T1	5	5	2	4
6	M3	T2	5	5	2	4
6	M3	T3	4	5	3	4
6	M4	T1	5	6	8	7
6	M4	T2	5	6	8	7
6	M4	T3	5	6	7	6
7	M1	T1	7	7	8	8
7	M1	T2	7	8	8	8
7	M1	T3	8	7	8	8
7	M2	T1	7	7	7	8
7	M2	T2	7	7	8	8
7	M2	T3	8	8	8	8
7	M3	T1	7	8	6	8
7	M3	T2	7	7	6	8
7	M3	T3	7	7	6	8
7	M4	T1	8	8	8	8
7	M4	T2	9	8	9	9
7	M4	T3	9	8	9	9
8	M1	T1	5	6	5	4
8	M1	T2	5	6	5	5
8	M1	T3	6	7	6	6
8	M2	T1	6	6	7	6

8	M2	T2	7	7	8	6
8	M2	T3	6	7	8	6
8	M3	T1	4	7	5	5
8	M3	T2	5	7	6	5
8	M3	T3	6	7	7	6
8	M4	T1	8	7	8	7
8	M4	T2	8	7	8	7
8	M4	T3	8	6	8	7
9	M1	T1	7	8	8	7
9	M1	T2	7	8	8	8
9	M1	T3	8	8	9	7
9	M2	T1	7	8	9	8
9	M2	T2	6	7	8	8
9	M2	T3	7	6	7	7
9	M3	T1	8	8	8	7
9	M3	T2	7	7	8	8
9	M3	T3	8	7	9	9
9	M4	T1	8	8	8	7
9	M4	T2	8	7	8	8
9	M4	T3	9	8	9	8
10	M1	T1	6	8	7	7
10	M1	T2	6	8	8	7
10	M1	T3	6	8	7	8
10	M2	T1	8	7	7	7
10	M2	T2	8	6	6	7
10	M2	T3	8	7	7	7
10	M3	T1	6	7	5	7
10	M3	T2	6	7	4	7
10	M3	T3	6	7	5	7
10	M4	T1	8	8	8	8
10	M4	T2	8	8	8	8
10	M4	T3	8	7	7	8
11	M1	T1	7	7	7	7
11	M1	T2	8	8	7	8
11	M1	T3	8	7	8	8
11	M2	T1	7	7	8	8
11	M2	T2	8	8	8	8
11	M2	T3	8	8	7	8
11	M3	T1	8	7	7	7
11	M3	T2	7	7	7	7
11	M3	T3	8	8	8	8
11	M4	T1	8	6	8	8
11	M4	T2	8	6	7	8
11	M4	T3	8	7	8	8
12	M1	T1	4	5	4	5
12	M1	T2	5	5	5	5

12	M1	T3	7	6	6	6
12	M2	T1	4	3	3	4
12	M2	T2	4	5	5	6
12	M2	T3	6	5	5	6
12	M3	T1	5	5	4	4
12	M3	T2	5	6	5	5
12	M3	T3	5	6	6	5
12	M4	T1	5	6	5	6
12	M4	T2	4	6	6	6
12	M4	T3	4	5	5	5
13	M1	T1	3	3	6	6
13	M1	T2	6	6	8	8
13	M1	T3	8	8	7	7
13	M2	T1	6	7	6	7
13	M2	T2	6	6	7	7
13	M2	T3	8	6	8	8
13	M3	T1	6	7	6	7
13	M3	T2	6	6	7	7
13	M3	T3	8	6	8	8
13	M4	T1	7	6	8	7
13	M4	T2	8	7	7	6
13	M4	T3	8	7	8	8
14	M1	T1	8	7	7	6
14	M1	T2	8	8	8	8
14	M1	T3	9	8	8	8
14	M2	T1	8	7	7	7
14	M2	T2	8	8	8	7
14	M2	T3	8	8	8	7
14	M3	T1	7	8	8	7
14	M3	T2	7	8	8	8
14	M3	T3	7	8	8	8
14	M4	T1	8	8	8	8
14	M4	T2	8	8	8	8
14	M4	T3	8	8	8	8
15	M1	T1	7	4	7	8
15	M1	T2	6	7	7	7
15	M1	T3	6	7	6	7
15	M2	T1	5	3	3	7
15	M2	T2	5	5	6	7
15	M2	T3	5	6	6	6
15	M3	T1	7	7	8	4
15	M3	T2	6	6	6	5
15	M3	T3	5	6	6	6
15	M4	T1	7	7	7	8
15	M4	T2	7	7	8	7
15	M4	T3	7	7	7	6

16	M1	T1	7	7	6	7
16	M1	T2	7	7	7	7
16	M1	T3	8	7	7	7
16	M2	T1	5	5	4	6
16	M2	T2	5	5	5	5
16	M2	T3	6	6	6	7
16	M3	T1	7	6	5	5
16	M3	T2	7	7	5	6
16	M3	T3	6	7	5	7
16	M4	T1	6	6	5	4
16	M4	T2	6	5	5	4
16	M4	T3	7	7	7	7
17	M1	T1	3	3	3	4
17	M1	T2	4	4	5	6
17	M1	T3	8	8	6	8
17	M2	T1	3	4	3	4
17	M2	T2	3	4	5	4
17	M2	T3	5	5	6	5
17	M3	T1	5	6	7	7
17	M3	T2	5	6	7	7
17	M3	T3	6	6	7	7
17	M4	T1	7	8	8	7
17	M4	T2	7	8	7	7
17	M4	T3	7	8	8	8
18	M1	T1	2	5	3	4
18	M1	T2	2	5	4	5
18	M1	T3	4	5	6	6
18	M2	T1	5	5	7	7
18	M2	T2	5	5	8	7
18	M2	T3	5	6	9	8
18	M3	T1	4	6	8	7
18	M3	T2	5	6	8	8
18	M3	T3	6	7	9	8
18	M4	T1	9	8	8	8
18	M4	T2	9	8	7	8
18	M4	T3	9	8	9	9
19	M1	T1	6	8	8	7
19	M1	T2	7	7	8	8
19	M1	T3	8	9	9	8
19	M2	T1	7	7	7	6
19	M2	T2	7	7	8	7
19	M2	T3	7	7	7	7
19	M3	T1	8	7	7	6
19	M3	T2	8	7	7	6
19	M3	T3	8	8	7	7
19	M4	T1	9	8	9	8

19	M4	T2	8	8	9	8
19	M4	T3	9	8	8	8
20	M1	T1	7	8	7	7
20	M1	T2	7	6	7	7
20	M1	T3	8	7	7	7
20	M2	T1	8	7	7	8
20	M2	T2	6	8	7	7
20	M2	T3	7	7	7	7
20	M3	T1	6	7	8	8
20	M3	T2	6	6	7	7
20	M3	T3	7	6	6	6
20	M4	T1	8	6	7	8
20	M4	T2	8	7	8	8
20	M4	T3	8	7	8	9
21	M1	T1	6	7	5	4
21	M1	T2	7	7	7	6
21	M1	T3	8	7	8	6
21	M2	T1	7	6	7	7
21	M2	T2	7	7	8	8
21	M2	T3	7	8	7	8
21	M3	T1	4	7	4	4
21	M3	T2	4	7	7	6
21	M3	T3	4	7	8	6
21	M4	T1	7	8	9	7
21	M4	T2	7	8	8	8
21	M4	T3	7	8	9	8
22	M1	T1	5	5	6	7
22	M1	T2	6	7	8	7
22	M1	T3	8	8	7	8
22	M2	T1	5	7	4	7
22	M2	T2	6	7	7	7
22	M2	T3	7	7	5	7
22	M3	T1	6	6	6	6
22	M3	T2	6	6	7	6
22	M3	T3	7	6	6	7
22	M4	T1	8	7	7	7
22	M4	T2	8	8	7	7
22	M4	T3	8	7	7	6
23	M1	T1	7	7	7	8
23	M1	T2	8	8	7	8
23	M1	T3	9	8	9	8
23	M2	T1	7	7	8	8
23	M2	T2	7	8	8	8
23	M2	T3	8	8	8	8
23	M3	T1	7	7	7	8
23	M3	T2	7	7	7	8

23	M3	T3	9	9	7	8
23	M4	T1	7	7	7	8
23	M4	T2	8	7	8	8
23	M4	T3	8	9	9	8
24	M1	T1	7	7	6	6
24	M1	T2	8	7	8	8
24	M1	T3	8	8	8	8
24	M2	T1	6	6	7	8
24	M2	T2	6	6	7	8
24	M2	T3	6	6	7	8
24	M3	T1	6	6	6	6
24	M3	T2	6	6	6	6
24	M3	T3	6	6	6	6
24	M4	T1	6	6	8	8
24	M4	T2	6	6	9	8
24	M4	T3	6	6	8	8
25	M1	T1	6	6	6	6
25	M1	T2	7	7	8	7
25	M1	T3	8	6	7	8
25	M2	T1	7	6	6	7
25	M2	T2	7	6	7	7
25	M2	T3	7	7	6	7
25	M3	T1	6	6	3	3
25	M3	T2	6	6	3	3
25	M3	T3	7	7	4	4
25	M4	T1	8	7	7	6
25	M4	T2	8	7	7	7
25	M4	T3	8	8	8	8
26	M1	T1	5	4	7	6
26	M1	T2	7	5	5	6
26	M1	T3	8	7	7	8
26	M2	T1	5	5	6	7
26	M2	T2	8	8	8	8
26	M2	T3	6	8	8	7
26	M3	T1	3	4	3	4
26	M3	T2	5	6	6	6
26	M3	T3	2	3	2	3
26	M4	T1	6	5	6	8
26	M4	T2	7	5	7	6
26	M4	T3	8	7	8	8
27	M1	T1	7	7	8	8
27	M1	T2	6	6	7	7
27	M1	T3	8	7	8	7
27	M2	T1	5	6	7	7
27	M2	T2	6	7	7	7
27	M2	T3	7	8	8	8

27	M3	T1	6	7	6	5
27	M3	T2	7	7	6	7
27	M3	T3	8	8	8	8
27	M4	T1	7	7	6	7
27	M4	T2	8	8	8	8
27	M4	T3	8	8	8	8
28	M1	T1	8	7	8	9
28	M1	T2	8	8	9	9
28	M1	T3	9	7	8	9
28	M2	T1	8	7	7	7
28	M2	T2	7	8	9	9
28	M2	T3	7	7	9	9
28	M3	T1	7	7	6	8
28	M3	T2	7	8	8	9
28	M3	T3	8	9	9	9
28	M4	T1	8	8	8	8
28	M4	T2	9	9	9	9
28	M4	T3	9	9	9	9
29	M1	T1	7	6	7	7
29	M1	T2	7	7	8	8
29	M1	T3	8	7	8	8
29	M2	T1	6	6	6	7
29	M2	T2	6	6	7	7
29	M2	T3	6	7	8	8
29	M3	T1	7	7	6	7
29	M3	T2	7	7	6	7
29	M3	T3	7	7	6	7
29	M4	T1	7	7	7	7
29	M4	T2	8	8	8	8
29	M4	T3	8	8	8	8
30	M1	T1	6	5	4	5
30	M1	T2	7	6	5	6
30	M1	T3	8	9	8	7
30	M2	T1	5	6	6	6
30	M2	T2	6	7	6	7
30	M2	T3	7	8	8	8
30	M3	T1	5	6	6	5
30	M3	T2	6	7	7	6
30	M3	T3	7	7	8	7
30	M4	T1	6	6	8	7
30	M4	T2	7	7	8	8
30	M4	T3	8	8	8	8
31	M1	T1	7	7	7	7
31	M1	T2	6	6	6	6
31	M1	T3	7	7	7	7
31	M2	T1	7	7	7	7

31	M2	T2	7	6	7	7
31	M2	T3	7	7	7	7
31	M3	T1	6	5	5	5
31	M3	T2	5	5	5	5
31	M3	T3	6	6	6	6
31	M4	T1	8	8	8	8
31	M4	T2	8	8	8	8
31	M4	T3	7	7	7	7
32	M1	T1	7	6	6	5
32	M1	T2	5	5	5	4
32	M1	T3	5	5	6	5
32	M2	T1	6	5	5	6
32	M2	T2	6	5	5	6
32	M2	T3	5	5	5	5
32	M3	T1	5	6	4	4
32	M3	T2	5	5	4	4
32	M3	T3	5	5	4	4
32	M4	T1	6	7	6	6
32	M4	T2	7	6	6	6
32	M4	T3	6	6	8	8
33	M1	T1	5	5	5	7
33	M1	T2	5	5	5	5
33	M1	T3	7	7	7	5
33	M2	T1	6	6	5	6
33	M2	T2	5	5	5	5
33	M2	T3	6	5	6	5
33	M3	T1	7	5	6	6
33	M3	T2	5	6	5	5
33	M3	T3	6	5	5	5
33	M4	T1	5	5	6	6
33	M4	T2	5	6	5	5
33	M4	T3	6	5	5	5
34	M1	T1	7	8	7	8
34	M1	T2	8	8	4	5
34	M1	T3	7	5	8	6
34	M2	T1	6	9	7	8
34	M2	T2	7	9	8	8
34	M2	T3	7	9	8	7
34	M3	T1	7	8	8	8
34	M3	T2	8	7	5	9
34	M3	T3	8	5	7	6
34	M4	T1	8	7	7	5
34	M4	T2	8	5	7	7
34	M4	T3	6	9	8	9
35	M1	T1	7	8	8	6
35	M1	T2	7	8	8	6

35	M1	T3	7	8	8	6
35	M2	T1	7	8	7	6
35	M2	T2	8	6	8	8
35	M2	T3	9	7	6	7
35	M3	T1	8	8	5	6
35	M3	T2	6	7	3	6
35	M3	T3	9	7	8	6
35	M4	T1	8	7	8	9
35	M4	T2	8	8	7	8
35	M4	T3	7	9	9	9

Tabla 32. FORMATO DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN.

TITULO DE TESIS: Aprovechamiento de subproductos de berries nativos para elaborar derivados lácteos

Cuestionario: Encuesta sobre indicadores de sostenibilidad a los integrantes de la **Asociación Agropecuaria San Salvador de Quishcambal-Assaqui** de la localidad de San Salvador, Distrito de Santo Tomás, Provincia de Luya.

Nombre de la tesista: Mg. Veronica Zuta Chamoli

Instrucciones: Determinar si el instrumento de medición, reúne los indicadores mencionados y evaluar si ha sido excelente, muy bueno, bueno, regular o deficiente, colocando un aspa (X) en el casillero correspondiente.

N°	Indicadores	Definición	Deficiente 00 - 20%	Regular 21 - 40%	Buena 41 - 60%	Muy buena 61 - 80%	Excelente 81 - 100%	Observaciones
1	Claridad y precisión	Las preguntas están redactadas en forma clara y precisa, sin ambigüedades					X	
2	Coherencia	Las preguntas guardan relación con la hipótesis, las variables e indicadores del proyecto.				X		
3	Validez	Las preguntas han sido redactadas teniendo en cuenta la validez de contenido y criterio.				X		
4	Organización	La estructura es adecuada. Comprende la presentación, agradecimiento, datos demográficos, instrucciones.				X		
5	Confiabilidad	El instrumento es confiable porque se aplicó el test-retest (piloto)				X		
6	Control de sesgo	Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas.				X		

7	Orden	Las preguntas y reactivos han sido redactadas utilizando la técnica de lo general a lo particular.				X		
8	Marco de referencia	Las preguntas han sido redactadas de acuerdo al marco de referencia del encuestado: lenguaje, nivel de información.				X		
9	Extensión	El número de preguntas no es excesivo y está en relación a las variables, dimensiones e indicadores del problema.				X		
10	Inocuidad	Las preguntas no constituyen riesgo para el encuestado.				X		

Observaciones.

En consecuencia, el instrumento puede ser aplicado.



PhD. Ligia Magali García Rosero



Dr. Erick Aldo Auquiñivín Silva



Dr. Carlos Emilio Navas del Águila

Chachapoyas, julio 2022

INFORME DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

- I. **TITULO DE LA TESIS:** Aprovechamiento de subproductos de berries nativos para elaborar derivados lácteos
- II. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO:** Encuesta a los integrantes de la Asociación Agropecuaria San Salvador de Quishcambal-Assaqui, encargados del proceso de producción.
- III. **NOMBRE DE LA TESISISTA:** Mg. Veronica Zuta Chamoli
- IV. **DECISIÓN:** Después de haber revisado el instrumento de recolección de datos, los que suscribimos, procedemos a validarlo teniendo en cuenta su forma, estructura y profundidad; por tanto, permitirá recoger información concreta y real de la variable en estudio, coligiendo su pertinencia y utilidad.

OBSERVACIONES. _____

APROBADO: (X) SI () NO

Chachapoyas, julio 2022.



PhD. Ligia Magali Garcia Rosero



Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva



Dr. Carlos Emilio Navas del Águila

Tabla 33. Encuesta realizada

**ENCUESTA DIRIGIDA LOS INTEGRANTES DE LA ASOCIACIÓN
AGROPECUARIA SAN SALVADOR DE QUISHCAMBAL-ASSAQUI**

Objetivo: La presente encuesta tiene el propósito de conocer algunos indicadores de sostenibilidad de la producción de leche y derivados lácteos.

Instrucciones: Usted ha sido seleccionado para ser entrevistado, por lo que solicito de manera atenta su valiosa colaboración para que nos proporcione información confiable, respecto a las siguientes preguntas:

(Marque con una X la respuesta correcta)

Nombre del informante:

DNI:

Nombre del encuestador:

Fecha de la encuesta:

I		CARACTERÍSTICAS PERSONALES DEL INFORMANTE	
1.1	¿Cuántos años tiene?	1	Menor de 18 años
		2	18 a 24 años
		3	25 a 30 años
		4	31 a 40 años
		5	42 a 50 años
		6	51 a 60 años
		7	mayor de 60 años
1.2	Sexo	1	Femenino
		2	Masculino
1.3	Estado civil	1	Soltero
		2	Casado
		3	Conviviente
		4	Viudo
		5	Divorciado
		6	Separado

1.4	Nivel educativo alcanzado	1	Sin nivel
		2	Inicial
		3	Primaria completa
		4	Primaria incompleta
		5	Secundaria completa
		6	Secundaria Incompleta
		7	Superior no universitario incompleto
		8	Superior no universitario completo
		9	Superior universitario incompleto
		10	Superior universitario completo
II CARACTERÍSTICAS SOCIALES, ECONÓMICAS Y AMBIENTALES DE LA ASOCIACIÓN AGROPECUARIA SAN SALVADOR DE QUISHCAMBAL-ASSAQUI			
2.1	¿Tiene usted vacas para ordeño?	Si	100
		No	10
2.2	¿Usted compra leche fresca de algún lugar?	Si	100
		No	10
2.3	¿Cuántos litro de leche produce la vaca en un día?	100	Más de 20 litros
		75	de 16 a 20 litros
		50	de 11 a 15 litros
		10	de 1 a 10 litros
2.4	¿Cuántos litro de leche produce la vaca en una campaña?	100	Más de 4000 litros
		75	de 2501 a 4000 litros
		50	de 1001 a 2500 litros
		10	menor de 1000 litros
2.5	¿Consume la leche que ordeña?	Si	100
		No	10

2.6	¿Vende la leche que ordeña?	Si	100
		No	10
2.7	¿Elabora queso, yogur o helado con la leche fresca?	Si	100
		No	10
2.8	¿Ha recibido capacitación para producir queso, yogur o helado con frutos como aguaymanto, arándano, mora o sauco?	Si	100
		No	10
2.9	¿Ha vendido productos de queso, yogur o helado que elabora?	Si	100
		No	10
2.10	¿Cuánto vendió total en un día?	100	Más de 20 litros o kilos
		75	de 16 a 20 litros o kilos
		50	de 11 a 15 litros o kilos
		10	Menor de 10 litros o kilos
2.11	¿Cuánto dinero obtuvo en total en un día?	100	Más de S/.200.00
		75	de S/. 151.00 a S/.200.00
		50	de S/. 100.00 a S/. 150.00
		10	Menor de S/. 100.00
2.12	¿La elaboración de queso, yogur o helado genera algún tipo de contaminación?	No	100
		Si	10
2.13	¿Qué hace con el suero de leche que obtiene cuando se elabora el queso?	100	Lo da a los cerdos o hace biol
		10	Lo arroja al desagüe

Figura 17. Curva patrón Folin-Ciocalteu

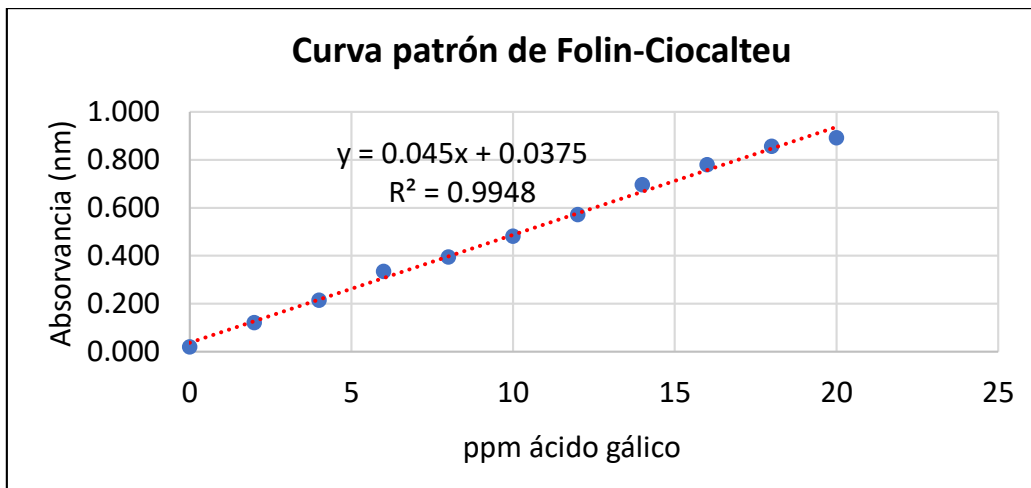


Figura 18. Curva patrón Trolox.

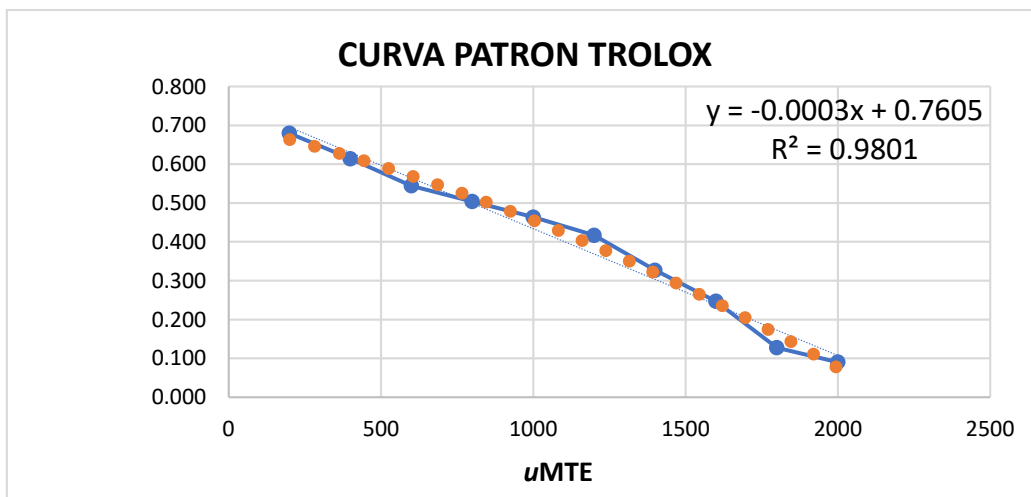


Figura 19. Ecuación para determinar la vida útil del yogur

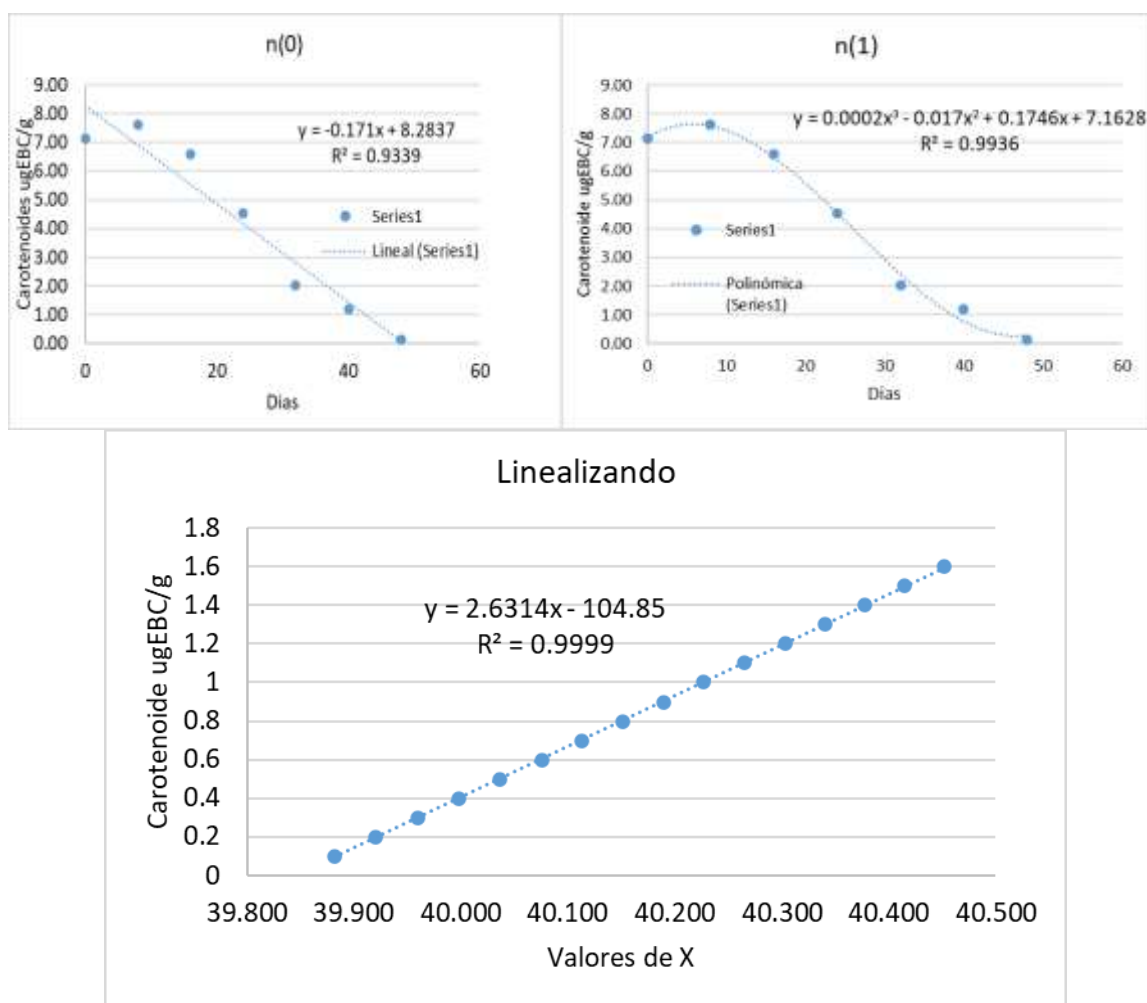


Tabla 34. Vida útil según la acidez titulable del yogur

YSB				
Columna 2	Media	n	E.E	
D48	1.52	4	0.03	A
D40	1.03	4	0.03	B
D16	0.91	4	0.03	C
D24	0.83	4	0.03	C D
D32	0.82	4	0.03	C D
D08	0.79	4	0.03	D
D0	0.73	4	0.03	D

Tabla 35. Vida útil según la acidez titulable del yogur

YCB				
Columna 2	Media	n	E.E	
D48	1.65	4	0.03	A
D40	1.49	4	0.03	B
D32	1.11	4	0.03	C
D24	1.07	4	0.03	C
D16	1.04	4	0.03	C
D08	1.03	4	0.03	C
D0	1.01	4	0.03	C

Tabla 36. Concentración betacaroteno en yogur con berrie

FACTOR	DIAS	ugEBC/g	FACTOR	ugEBC/g
YCB	0	7.11	YSB	0.93
YCB	8	7.61	YSB	1.12
YCB	16	6.59	YSB	1.38
YCB	24	4.54	YSB	1.15
YCB	32	2.04	YSB	1.47
YCB	40	1.2	YSB	1.42
YCB	48	0.15	YSB	1.40

Tabla 37. Cuadro de varianza de los componentes principales de las variables del yogur

Comp	eigenvalue	Porcentaje of varianza cumulative	Porcentaje of variance
1	2.5747555	85.825185	85.82518
2	0.2853108	9.510361	95.33555
3	0.1399336	4.664454	100.00000

Tabla 38. Cuadro de varianza de los componentes principales de las variables del

queso

Comp	eigenvalue	Percentage of variance cumulative	Porcentaje of variance
1	3.60485272	51.4978960	51.4978960
2	1.84527518	26.3610741	26.3610741
3	0.89218264	12.7454662	100.00000

Tabla 39. Cuadro de varianza de los componentes principales de las variables del helado

Comp	eigenvalue	Percentage of variance cumulative	Porcentaje of variance
1	5.223751586	58.0416843	58.04168
2	2.440481267	27.1164585	85.15814
3	0.577748323	6.4194258	100.00000

Tabla 40. Valor de la antocianina en helado 93 días

Factor	t(d)	pH	Antocianina
			(TMA)
			HCB-20°C
HCB	D0	6.6	2.06
HCB	D16	6.5	2.00
HCB	D32	6.4	1.84
HCB	D48	6.2	2.23
HCB	D64	6.1	1.95
HCB	D80	6.0	1.89
HCB	D93	5.8	1.40

Figura 20. Ecuación para determinar la vida útil del helado

$$y = 0.0332x^5 - 0.5768x^4 + 3.7166x^3 - 10.924x^2 + 14.317x - 4.5064$$

$$R^2 = 1$$

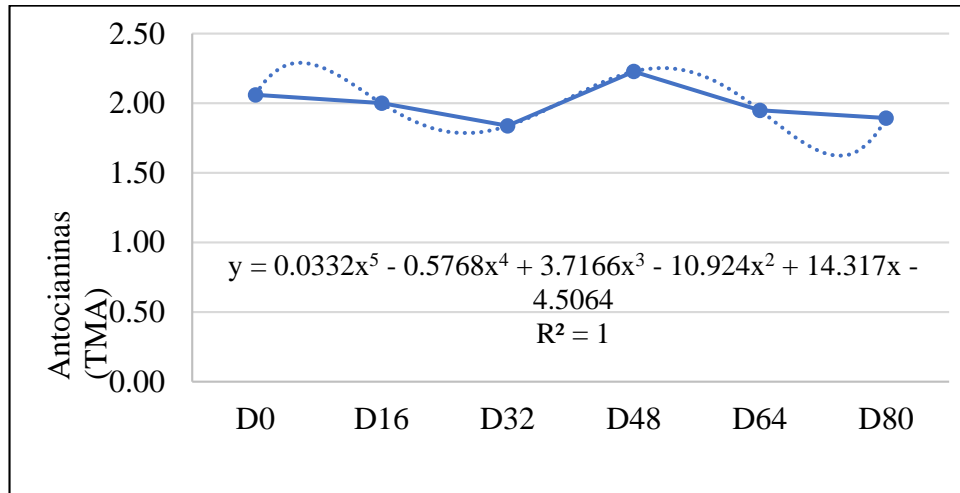


Figura 21. Análisis de antocianinas en 80 días de evaluación de helado.

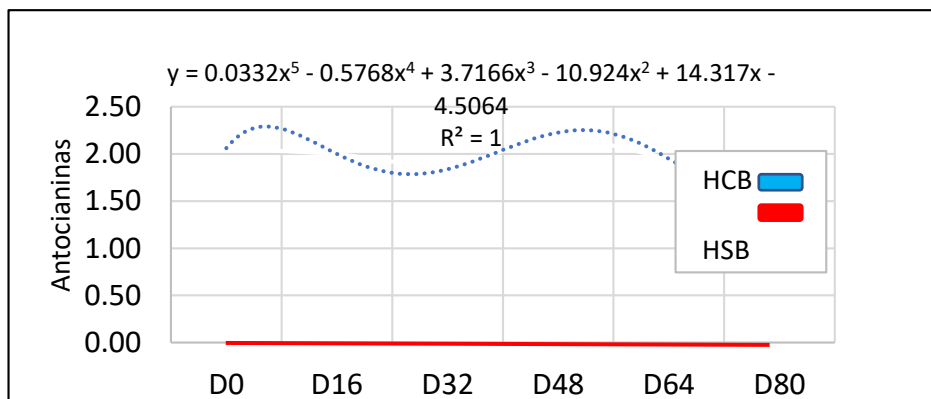


Tabla 41. Determinación de la vida útil del helado en función del pH y el carotenoide

VU(pH)		
	R2	0.968
	pendiente	0.1313
n(0)=ec de la recta	ordenada	6.7613
	Valor critico	5.8
	valor inicial	6.6
	vida útil (días)	95.6686976

Tabla 42. Análisis de los Atributos

Rangos	Rango promedio
COLOR	2.35
OLOR	2.51
SABOR	2.39
CONSISTENCIA	2.75

Tabla 43. Estadístico de contraste

Estadísticos de contraste^a	
N	444
Chi-cuadrado	33.954
gl	3
Sig. asintót.	.000

a. Prueba de Friedman para el análisis sensorial del yogur

Tabla 44. Prueba Friedman para el queso

Nueva tabla : 21/04/2022 - 10:41:36 - [Versión : 20/09/2019]

Prueba de Friedman

Color	Olor	Sabor	Consistencia	T ²	p
2.35	2.51	2.39	2.75	11.59	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 64.642

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n
Color	1044.50	2.35	444 A
Sabor	1059.50	2.39	444 A B
Olor	1116.50	2.51	444 B C
Consistencia	1219.50	2.75	444 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.050)

INFOSTAT versión 20/09/2019

Figura 22. Resultado de la gráfica para determinar la vida útil del queso con aguaymanto

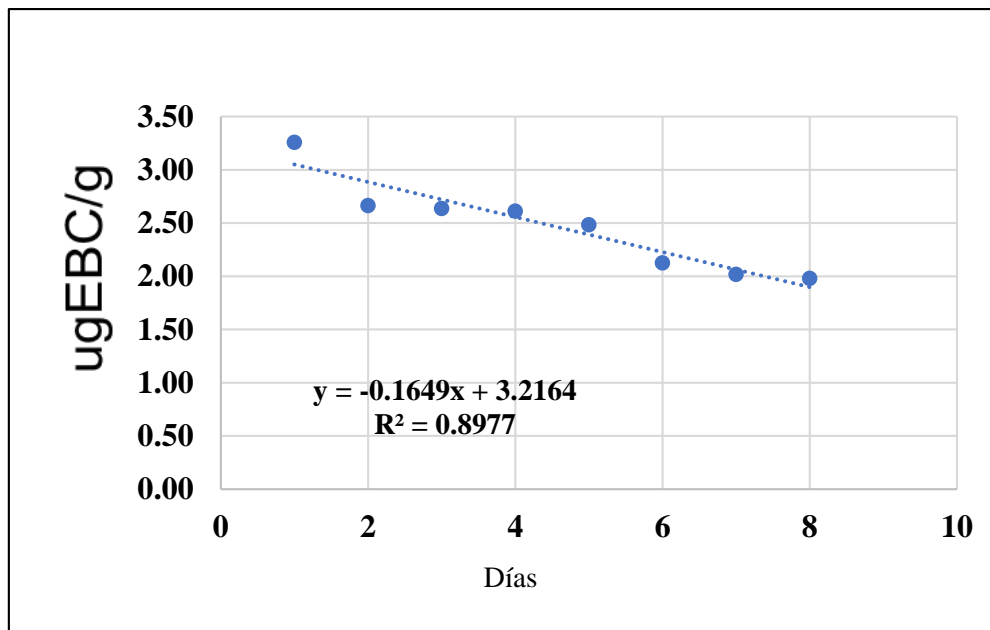


Tabla 45. ANVA del queso para 8 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Acidez	16	0.74	0.45	27.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	8	0.01	2.52	0.1204
Dias	0.08	7	0.01	2.47	0.1283
Factor	0.01	1	0.01	2.89	0.1331
Error	0.03	7	4.4E-03		
Total	0.12	15			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.27229

Error: 0.0044 gl: 7

Dias	Medias	n	E.E.
D7	0.36	2	0.05 A
D6	0.34	2	0.05 A
D5	0.25	2	0.05 A
D4	0.25	2	0.05 A
D3	0.21	2	0.05 A
D1	0.18	2	0.05 A
D0	0.18	2	0.05 A
D2	0.18	2	0.05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FOTOS

a. Berries frescos



b. Subproducto de berries liofilizados



Análisis sensorial del helado





Análisis sensorial del queso





Análisis sensorial del yogur







Elaboración de los derivados lácteos con los subproductos de berries nativos:

Queso,

Yogur

y

Helado



Análisis de fisicoquímico y funcional de los derivados lácteos elaborados con subproductos de berries nativos

